



Pedro Filipe Teixeira Homem Batista

Licenciado em Engenharia Geológica

**Aplicação da Filosofia *Lean* e da
Metodologia TRIZ numa empresa de
Logística Integrada**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia e Gestão Industrial

Orientadora: Professora Doutora Helena Victorovna
Guitiss Navas, Professora Auxiliar, FCT-UNL

Júri:

Presidente: Prof.^a Doutora Ana Paula Ferreira Barroso

Arguente: Prof.^a Doutora Anabela Carvalho Alves

Vogais: Prof.^a Doutora Helena Victorovna Guitiss Navas

Engenheiro Carlos Manuel Fernandes dos Santos



FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Março 2019

Aplicação da Filosofia *Lean* e Metodologia TRIZ numa empresa de Logística Integrada

Copyright © 2019 Pedro Filipe Teixeira Homem Batista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa.

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

Agradecimentos

A entrega da presente dissertação resulta do culminar de todo um percurso académico e pessoal, o qual não teria sido possível sem o apoio de todos aqueles que, de forma direta ou indireta, contribuíram para tal.

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer à Professora Doutora Helena Navas pela sua orientação, incansável disponibilidade e por todo o apoio e conhecimento prestado.

Em segundo lugar, expresso o meu agradecimento à empresa Luís Simões pela oportunidade de realização deste estudo que contribuiu para a minha valorização pessoal e profissional. Obrigado a todos os colaboradores, em especial da Direção de Inovação e Projetos, por me terem recebido gentilmente, pela acessibilidade e cooperação. Um especial agradecimento ao Nelson Ferreira por todo o apoio, motivação e ensinamentos, no decorrer do projeto.

Aos meus colegas e aos meus amigos, em especial ao Karim Rahimo e à Inês Simões, por todo o apoio, ajuda e motivação.

Por último, quero agradecer à minha família, os meus pais e à minha irmã, pelo esforço de tornarem todos os meus objetivos possíveis, pelo apoio interminável, pela união e por todos os conselhos e motivações. Um obrigado também à minha namorada, pela sua ajuda, paciência e carinho, principalmente nestes últimos meses.

Resumo

Atualmente os mercados estão altamente competitivos. A concorrência é cada vez maior e as exigências dos clientes são mais diversificadas, obrigando as organizações a adotarem práticas inovadoras e metodologias de eliminação de desperdício, numa ótica de melhoria contínua, sem reduzir os seus níveis de produtividade e de qualidade.

O principal objetivo deste estudo foi o desenvolvimento de um modelo, assente na melhoria contínua, que combina a filosofia *Lean* e a metodologia TRIZ, interligando as ferramentas destas com ferramentas da qualidade, na identificação de oportunidades de melhoria e resolução das mesmas. Este modelo foi aplicado e validado num estudo de melhoria de processos na zona de receção e expedição de um armazém, numa empresa de logística integrada – Luís Simões.

Primeiramente, realizou-se uma análise detalhada da situação inicial da área e dos processos, através de observação direta, sessões de *brainstorming* e de inquéritos por questionário aos colaboradores. Com recurso aos diagramas de Pareto e de Ishikawa, foi possível realizar uma triagem e determinar as causas dos problemas identificados. Ainda na fase de diagnóstico e análise, com o objetivo de se identificarem desperdícios, utilizou-se a ferramenta 5S.

Identificados os problemas e definidas as prioridades com a empresa, foram aplicados instrumentos da metodologia TRIZ, como seja a Matriz das Contradições e Análise Substância-Campo que, em conjunto com as técnicas associadas à *Lean*, permitiram elaborar propostas de melhoria. No final, e após a implementação de algumas destas propostas, registou-se uma melhoria do sistema superior a 15%, validada através de uma auditoria 5S.

A aplicação do modelo permitiu à empresa melhorar os processos que decorrem na área estudada, tornando-os mais fluidos e organizados, através de propostas de alteração ao *layout* e de atividades. Prevê-se, com este estudo, que a capacidade de carga por hora do armazém aumente 68%.

Palavras-chave: Melhoria Contínua, *Lean*, TRIZ, 5S, Resolução de Problemas, Identificação de Problemas

Abstract

Nowadays markets are highly competitive. Competition is increasingly higher and the demands of clients are more diversified, forcing organizations to adopt innovative practices and methodologies to eliminate waste, from a continuous improvement point of view, without decreasing productivity and quality levels.

The main goal of this study was the development of a model that is based on principles of continuous improvement, combining both Lean and TRIZ methodologies and interconnecting the tools of these methodologies with quality tools in order to find opportunities for improvement and the completion of such opportunities. This model was applied and validated in a study for process improvement in the reception and dispatch areas of a warehouse, in an integrated logistics company – Luís Simões.

Firstly, a detailed analysis of the initial status of the area and processes was conducted, through direct observation, brainstorming sessions and a survey by questionnaire to company employees. Using Pareto and Ishikawa diagrams, it was possible to screen and determine the causes of the identified problems. In the stage of diagnosis and analysis, 5S methodology was applied to identify waste.

After identifying the problems and defining priorities with the company, tools from TRIZ methodology were applied, such as the Matrix of Contradictions and SU-Field Analysis that, along with techniques associated to Lean, led to the proposal of improvement actions. In the end, after implementing some of these propositions, there was an improvement in the system of more than 15%, verified through a 5S audit.

The implementation of this model allowed the company to improve the processes that take place in the studied area, making them more fluid and organized, by proposing changes in layout and activities. With this study, it is expected for the loading capacity per hour in the warehouse to increase by 68%.

Keywords: Continuous improvement, Lean, TRIZ, 5S, Problem-solving, Identification of problems

Índice

1.	Introdução.....	1
1.1.	Enquadramento e Objetivos do Estudo.....	1
1.2.	Metodologia do Estudo.....	2
1.3.	Estrutura da Dissertação.....	3
2.	Metodologias de Apoio à Melhoria de Processos.....	5
2.1.	Filosofia <i>Lean</i>	5
2.1.1.	Origem do Conceito Lean.....	5
2.1.2.	Lean Thinking.....	6
2.1.3.	Principais Benefícios e Obstáculos de ser Lean.....	8
2.1.4.	Ferramentas Lean.....	9
2.1.4.1.	Metodologia 5S.....	9
2.1.5.	Logística Lean.....	10
2.1.5.1.	Conceito e Definição de Logística.....	10
2.1.5.2.	Atividades Logísticas.....	11
2.1.5.3.	Armazenagem.....	12
2.1.5.4.	Operações básicas de armazenagem.....	14
2.1.5.5.	Aplicação do <i>Lean</i> na Logística.....	15
2.2.	Metodologia TRIZ.....	17
2.2.1.	Introdução à Metodologia TRIZ.....	17
2.2.2.	Características e Conceitos da TRIZ.....	19
2.2.3.	Ferramentas da Metodologia TRIZ.....	23
2.2.3.1.	Princípios Inventivos e Matriz de Contradições.....	23
2.2.3.2.	Matriz de Idealidade.....	25
2.2.3.3.	Análise Substância-Campo.....	26
2.3.	Outras Metodologias.....	33
2.3.1.	<i>Brainstorming</i>	33
2.3.2.	Diagrama de Ishikawa.....	34
3.	Proposta de Modelo de aplicação do <i>Lean</i> e do TRIZ na melhoria de processos.....	37
3.1.	Descrição do Modelo.....	37
4.	Estudo de Caso: Luís Simões.....	41
4.1.	Caracterização da Empresa.....	41
4.2.	Centro de Operações Logísticas do Carregado.....	44
4.2.1.	Armazém C1.....	44
4.3.	Caracterização dos Processos e Procedimentos Internos no Armazém C1.....	47
4.4.	Identificação dos Problemas e das Oportunidades de Melhoria.....	53
5.	Propostas de Melhoria e Validação do Modelo.....	63
5.1.	Propostas de melhoria.....	63
5.1.1.	Aplicação dos 5S no armazém.....	63
5.1.2.	Redução da Variabilidade dos Procedimentos no Armazém.....	72
5.1.3.	Eliminação do Espaço Ocupado pela Logística Inversa.....	73

5.1.4.	Criação de um Limite Horário para as Receções.....	75
5.1.5.	Redução do Espaço Ocupado pelas Operações de co-packing.....	77
5.1.6.	Redução do espaço ocupado por grandes volumes	78
5.2.	Discussão dos Resultados e Validação do Modelo	82
6.	Conclusões Finais	87
6.1.	Considerações Finais	87
6.2.	Propostas para trabalhos futuros	90
	Referências Bibliográficas.....	91
	Anexos.....	93
	Anexo A - Diagrama de Ishikawa com os problemas identificados	93
	Anexo B - Resultado da primeira avaliação 5S.....	94
	Anexo C - Resultado da segunda auditoria 5S	95

Índice de Figuras

Figura 2.1: Benefícios do <i>Lean</i>	8
Figura 2.2 – Esquema representativo das várias etapas da metodologia 5S	10
Figura 2.3 - Representação dos fluxos em armazém.....	13
Figura 2.4 – Processo que ocorrem em armazém	14
Figura 2.5 - Abordagem da metodologia TRIZ para a resolução de problemas	18
Figura 2.6 - Exemplo de aplicação da Matriz das Contradições	25
Figura 2.7 – Sistema em funcionamento completo de acordo com a metodologia TRIZ	27
Figura 2.8 - Simbologia utilizada nos modelos Substância-Campo	28
Figura 2.9 - Sistema incompleto, inexistência do campo "F"	28
Figura 2.10 - Sistema incompleto, inexistência de substância "S2"	29
Figura 2.11 - Sistema Incompleto com efeito prejudicial	29
Figura 2.12 - Sistema completo ineficiente ou insuficiente	29
Figura 2.13 - Solução geral 1	30
Figura 2.14 - Solução geral 2.....	31
Figura 2.15 - Solução geral 3.....	31
Figura 2.16 - Solução geral 4.....	32
Figura 2.17 - Solução geral 5.....	32
Figura 2.18 - Solução geral 6.....	33
Figura 2.19 - Solução geral 7.....	33
Figura 2.20 - Exemplo genérico de um diagrama de Ishikawa	35
Figura 3.1 - Esquema representativo da fase de diagnóstico e análise do modelo	39
Figura 3.2 – Esquema sumário do modelo proposto.....	40
Figura 4.1 - Distribuição Ibérica das infraestruturas da Luís Simões	43
Figura 4.2 - Zonas de Armazenagem no armazém C1	45
Figura 4.3 - Outras zonas do Armazém.....	45
Figura 4.4 - Placa principal do Armazém C1	46
Figura 4.5 - Fluxo de Processos no Armazém C1	47
Figura 4.6 - Armazenagem em rack no Armazém C1	48
Figura 4.7 - Localização da zona de armazenagem em pilha.....	49
Figura 4.8 - Exemplo de armazenagem em pilha no armazém C1	49
Figura 4.9 - Área do <i>Co-Packing</i> dentro do armazém C1	52
Figura 4.10 - Diagrama de Pareto com as respostas ao inquérito por questionário	54
Figura 4.11 - Média de paletes e de rotas por janela temporal	56
Figura 4.12 – Ocupação de zonas de passagem na placa	60
Figura 4.13 - Ocupação de corredores	60
Figura 5.1 - Obstrução de cais com material de logística inversa.....	64
Figura 5.2 - Desorganização da zona da placa com material de logística inversa	65
Figura 5.3 - Desorganização devido à presença de paletes de <i>Co-Packing</i>	65
Figura 5.4 - Presença de Monos junto aos sanitários na zona da placa.....	66
Figura 5.5 - Presença de contentores na zona da placa	66

Figura 5.6 - Corredor bloqueado com paletes vazias.....	66
Figura 5.7 – Área obstruída por presença de “monos”.....	67
Figura 5.8 – Saída de emergência bloqueada com a presença de paletes.....	67
Figura 5.9 – Obstrução de locais de passagem devido à presença de paletes.....	68
Figura 5.10 – Material danificado por consequência da falta de espaço na zona da placa.....	68
Figura 5.11 – Ocupação de posições de <i>rack</i> com material obsoleto.....	68
Figura 5.12 – Ocupação de posições de Armazenagem com “monos”.....	69
Figura 5.13 - Painel informativo.....	69
Figura 5.14 - Delimitação de áreas para arrumação de paletes para um cliente específico.....	70
Figura 5.15 - Proposta de marcação do chão da placa.....	71
Figura 5.16 – Abandono do equipamento em local inapropriado.....	71
Figura 5.17 - Pistas para arrumação dos equipamentos.....	72
Figura 5.18 - Adição do Campo "F1" – formação de operadores de armazém.....	73
Figura 5.19 - Datas das paletes de retornos.....	73
Figura 5.20 - Introdução e modificação de Substâncias e de Campos - Logística Inversa.....	74
Figura 5.21 - Ocupação da placa com material rececionado.....	76
Figura 5.22 - Adição de "F2" e modificação de "S2" - Limite horário da receção.....	77
Figura 5.23 - Modificação da substância "S2" - <i>Co-packing</i>	78
Figura 5.24 - Adição de “F+” e de “S3” - <i>Mezzanine</i> na zona de <i>co-packing</i>	78
Figura 5.25 - Resultados da auditoria 5S.....	84

Índice de Tabelas

Tabela 2.1 – Níveis de inovação da TRIZ.....	17
Tabela 2.2 - Parâmetros Técnicos da TRIZ.....	23
Tabela 2.3 - Princípios Inventivos da TRIZ.....	24
Tabela 2.4 - Exemplo de aplicação da Matriz da Idealidade	26
Tabela 4.1- Questão utilizada no inquérito por questionário	53
Tabela 4.2 - Respostas dadas ao inquérito por questionário	54
Tabela 4.3 - Número de paletes e de rotas por intervalo horário	55
Tabela 4.4 - Utilização dos cais do armazém C1	57
Tabela 4.5 - Utilização da placa do armazém C1	58
Tabela 4.6 - Soma, Máximo e Média da Expedição (2017 e 2018)	59
Tabela 5.1 - Identificação dos princípios inventivos na Matriz das Contradições - Caso das Racks.....	79
Tabela 5.2 - Identificação dos princípios inventivos na Matriz das Contradições - Caso dos Contentores.....	80
Tabela 5.3 - Identificação dos princípios inventivos na Matriz das Contradições - Caso dos Sanitários	81
Tabela 5.4 - Impacto das propostas de melhoria na capacidade de carga do armazém	83

Lista de Abreviaturas, Acrónimos e Siglas

5S – *Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke*

COL – Centro de Operações Logísticas

C1 – Armazém do Carregado nº1

C2 – Armazém do Carregado nº2

IFR – *Ideal Final Result*

KPI – *Key Performance Indicator* (Indicador de Desempenho)

TPS – *Toyota Production System*

TRIZ – *Teoriya Rescheniya Izobretatel'skich Zadach* (Teoria da Resolução Inventiva de Problemas)

1. Introdução

Este capítulo introdutório tem como objetivo a abordagem inicial do trabalho realizado, através de um enquadramento e justificação do tema, expondo os seus objetivos e a metodologia adotada. O presente capítulo termina com a estrutura da dissertação.

1.1. Enquadramento e Objetivos do Estudo

Ao longo dos últimos tempos, tem se verificado uma tendência de crescimento na competitividade e dinamismo dos mercados, resultado da forte internacionalização e globalização do nosso tempo. Esta tendência tem obrigado as empresas a adotarem novas estratégias e munirem-se de capacidade para fazer face a este novo paradigma. Para combaterem estas alterações, as empresas devem certificar a melhoria contínua dos seus processos, através da redução dos custos operacionais associados à sua atividade e aumento da produtividade, garantido sempre a qualidade do seu produto, de modo a diferenciarem-se dos seus concorrentes.

Atualmente existem inúmeras ferramentas e metodologias que permitem às empresas melhorarem os seus processos, e ganhar competitividade no mercado. A filosofia *Lean*, as ferramentas e metodologias inspiradas nesta, a metodologia TRIZ, entre outras, têm provado ser uma excelente abordagem no percurso das empresas nesta direção. Entre outras particularidades, estas metodologias aplicadas simultaneamente, permitem identificar os desperdícios na cadeia de valor e encontrar soluções inovadoras, assegurando a melhoria contínua dos seus produtos e serviços, e garantido uma solução eficaz às necessidades das empresas.

O *Lean* teve a sua origem na década de 50, no Japão, e tem como principal objetivo a eliminação e/ou redução de desperdícios dos processos – atividades que não acrescentam valor, e por consequência, potenciando a melhoria da cadeia de valor. As ferramentas e metodologias inspiradas no *Lean*, como são exemplo a metodologia 5S e Gestão Visual, caracterizam-se por ser simples e de fácil implementação e utilização em diversos contextos. Dada a sua grande aplicabilidade, esta é uma filosofia que pode ser aplicada em qualquer contexto dentro de uma empresa.

A Teoria da Resolução Inventiva de Problemas (TRIZ) caracteriza-se por ser uma abordagem não convencional, surgida da necessidade de encontrar soluções criativas e inovadoras e que permite a identificação de contradições, formulação e resolução de problemas, através da mitigação e eliminação das contradições de um dado sistema (Navas, 2015). Tal como a filosofia *Lean*, esta metodologia apresenta um grande espectro de aplicabilidade, sendo passível de ser implementado em diversos ambientes.

No âmbito da dissertação, foi desenvolvido um modelo teórico de melhoria de processos e resolução de problemas, que junta a filosofia *Lean* e as suas ferramentas com a metodologia TRIZ, numa perspetiva de melhoria contínua, na identificação de desperdícios e resolução de contradições com criatividade. Após o seu desenvolvimento, este modelo foi aplicado num estudo de caso na empresa Luís Simões. A Luís Simões iniciou a sua atividade nos anos 30, no ramo do retalho, ampliando a sua dimensão a outros setores de atividade, sendo atualmente uma empresa de soluções de logística integrada e transportes, com dimensão ibérica.

O estudo foi realizado num Armazém do Centro de Operações Logísticas do Carregado, localizado a cerca de 50 km do centro de Lisboa, um dos mais importantes de toda a rede, onde são diariamente movimentadas milhares de paletes. Este armazém foi selecionado para o estudo de caso dada a sua importância dentro da organização e, também, dada a identificação de problemas de organização do espaço, que conduziam a desperdícios como ocupação indevida de espaços e deslocações desnecessárias por partes dos operadores.

O propósito deste estudo de caso consistiu na melhoria organizacional do espaço, de forma a aumentar a capacidade de expedição do armazém, melhorando as condições de trabalho e segurança dos seus utilizadores.

1.2. Metodologia do Estudo

O presente estudo, tal como referido anteriormente, tem por objetivo a criação e validação de um modelo de melhoria de processos na zona de receção e expedição de um armazém. Este modelo tem por base a filosofia *Lean* associada à metodologia TRIZ que, em conjunto, permitem criar soluções objetivas e inovadoras para a resolução de problemas. Na elaboração deste trabalho seguiram-se as seguintes etapas metodológicas:

- I. Definição do âmbito e objetivos do estudo, em conjunto com a equipa responsável pela gestão do armazém da empresa, e discussão sobre as metodologias a utilizar na realização do estudo.
- II. Recolha e análise de dados para o desenvolvimento do estudo de caso, obtidas com a recurso a diversas ferramentas, como histórico de dados (utilização dos cais, número de cargas por hora, horários, entre outros), sessões de *brainstorming* e observação direta, como primeira abordagem ao contexto, de modo a perceber-se melhor o panorama geral da empresa.
- III. Realização do trabalho de campo nas instalações da empresa, com o objetivo de se identificar e mapear os diversos processos existentes, situações problemáticas e suas

consequências, de modo a identificar oportunidades de melhoria e as suas vantagens e limitações.

- IV. Desenvolvimento de propostas de melhoria, com recurso à filosofia *Lean* e metodologia TRIZ, para as oportunidades identificadas anteriormente. As oportunidades de melhoria sugeridas, quando aplicadas, permitiram melhorar a operação na sua globalidade, garantido o aumento da produtividade e eficiência de toda a organização. Algumas destas melhorias foram implementadas no curto prazo, e outras remetidas para implementação a médio e longo prazo.
- V. Criação de metodologias de suporte à melhoria contínua. Nesta etapa, foram criados procedimentos de auditoria interna e implementação de KPIs para preservar e assegurar a implementação das propostas de melhoria, e garantir uma ação rápida e eficiente na eventualidade de alguma alteração ao bom desempenho.

1.3. Estrutura da Dissertação

A presente dissertação está repartida em seis capítulos. O capítulo atual pretende contextualizar e enquadrar o tema, expondo os objetivos, a metodologia adotada e, por fim, a estrutura do documento.

No segundo capítulo é apresentada a revisão da literatura que serve de base ao estudo realizado. Inicia com os conceitos fundamentais e ferramentas do *Lean*, onde estão incluídos o conceito de Logística e suas atividades, explicando também a aplicação de ferramentas *Lean* em contexto de armazém. Neste capítulo estão ainda presentes as noções essenciais e ferramentas da metodologia TRIZ, terminando com algumas metodologias de apoio ao *Lean* e à TRIZ.

No terceiro capítulo, apresenta-se o modelo desenvolvido e que foi seguido ao longo do estudo realizado.

No quarto capítulo, expõe-se a primeira fase do estudo de caso. Primeiramente, caracteriza-se a Empresa, o seu armazém e respetivas placa e atividades. Após a caracterização, são apresentadas as oportunidades de melhoria e os problemas identificados, através das metodologias referidas.

No quinto capítulo, expõe-se a etapa seguinte do estudo de caso, o desenvolvimento e aplicação de propostas de melhoria, seguindo as ferramentas das metodologias *Lean* e TRIZ. Este capítulo encerra com a discussão dos resultados da implementação das propostas e respetiva validação do modelo.

No sexto e último capítulo, são apresentadas as conclusões, assim como as sugestões para trabalhos futuros.

No final, apresentam-se ainda a Bibliografia e os Anexos.

2. Metodologias de Apoio à Melhoria de Processos

No presente capítulo será apresentada a revisão bibliográfica referente aos temas relacionados com este estudo. O mesmo está dividido em três subcapítulos. O primeiro expõe as bases da filosofia *Lean*, sucedendo uma análise sobre a metodologia TRIZ e, por fim, outras metodologias de apoio à identificação de oportunidades de melhoria.

2.1. Filosofia *Lean*

Neste subcapítulo será realizado um enquadramento sobre a filosofia *Lean*, apresentando os seus fundamentos, os benefícios e obstáculos da sua aplicação e as principais ferramentas desta filosofia. Tendo em conta o ambiente do estudo, no final serão apresentados os conceitos e definições de Logística, principais atividades e operações, finalizando com aplicação do conceito *Lean* em contexto de armazém.

2.1.1. Origem do Conceito *Lean*

O conceito *Lean* apareceu pela primeira vez no Japão, dentro da Toyota Motor Company, no final da década de 50 (Melton, 2005). Neste período do pós-guerra, os países ocidentais estavam com uma economia crescente, produzindo em massa e, num Japão em reconstrução, as empresas adaptaram-se à baixa procura e decidiram reduzir a produção, diversificando a oferta. Abandonaram então a ideia de produção em massa, assistida por máquinas e com longos ciclos de produção, porque seria impossível competir diretamente com os países ocidentais, mais concretamente com os Estados Unidos da América. Assim, devido à escassez de recursos e ao ambiente de alta competitividade no sector automóvel, nasce na Toyota, o Toyota Production System (TPS), desenvolvido por Eiji Toyoda e Taiichi Ohno (Shah & Ward, 2003; Womack, Jones, & Roos, 2007).

Com este sistema, a Toyota teria uma maior eficiência na utilização dos seus recursos, garantindo assim uma redução de custos significativa – um fator de competitividade. O TPS baseava-se em acrescentar valor ao produto final através do uso de uma pequena fração de tempo e de esforço.

O TPS originou assim, o que presentemente se designa de Produção *Lean*. Consistia no fabrico de um novo produto em metade do tempo que geralmente é gasto numa produção em massa. Como Womack et al. (2007) referiu, este método requereria menos esforço humano, menos espaço de fabrico, menos investimento e menos horas de engenharia.

Com a publicação do livro “The Machine that Changed the World”, a produção *Lean* deixou de ser só um método utilizado na Toyota e globalizou-se, obrigando as empresas ocidentais a

reinventarem-se tal como fizeram as japonesas no pós-guerra. Com esta globalização, o método gerou uma nova forma de pensar, o Pensamento *Lean*.

2.1.2. Lean Thinking

A base do Pensamento *Lean* é a capacidade de resposta à mudança e a eliminação de desperdício (em japonês: *muda*). Segundo Motwani (2003), James Womack e Daniel Jones definiram que o *Lean Thinking* pode ser resumido em cinco princípios, consistindo em: precisar corretamente e aumentar o **valor**, identificação da **cadeia de valor** e eliminação de desperdícios, otimização do **fluxo**, implementação de um sistema **pull** e a procura pela **perfeição**. Por outras palavras, as organizações devem focar-se em cada produto e respetiva cadeia de valor, identificando quais as atividades que acrescentam e não acrescentam valor, aumentando o valor através da eliminação dos desperdícios, em busca da perfeição. Estes são os princípios do pensamento *Lean* que, estando enraizados na gestão, resultam num aumento de competitividade das organizações. Segundo Womack & Jones (2003), os princípios podem ser definidos da seguinte forma:

1. **Valor** – a definição de valor constitui o início do pensamento *Lean*, dizendo respeito às características dos produtos ou serviços, que satisfazem as necessidades dos clientes. Por esta razão, o valor só pode ser definido na perspetiva do cliente final. A definição de valor está intrinsecamente ligada ao custo, sabendo que o cliente espera um preço justificado pelo valor daquilo que se adquire. Tendo em conta as expectativas dos clientes face aos atributos dos produtos ou serviços, quando não correspondidas, constituem oportunidades de melhoria.
2. **Cadeia de valor** – pode ser definida como o conjunto de todas as ações específicas necessárias para a obtenção de um produto específico, através de três tarefas críticas de gestão, em qualquer negócio: tarefa de resolução de problemas, desde a criação detalhada até ao lançamento do produto; tarefa de gestão da informação, desde a receção do pedido de encomenda até à entrega da mesma; tarefa de transformação física, da transformação das matérias-primas até ao produto acabado que chega à mão do cliente. Ainda dentro deste princípio, deve realizar-se uma separação entre as atividades que efetivamente acrescentam valor e as que não acrescentam valor. Dentro das atividades que não acrescentam valor, existem as necessárias para a empresa e as totalmente desnecessárias, devendo as últimas ser eliminadas.
3. **Fluxo** – uma vez mapeada a cadeia de valor e eliminadas as atividades prejudiciais, o passo seguinte passa por fazer fluir o valor, de uma forma otimizada. A criação de um fluxo contínuo, segundo as encomendas dos clientes, impede a acumulação de materiais nas várias fases de um processo.

4. **Sistema Pull** – passa pelo desenvolvimento de novos produtos através da auscultação do mercado. Ao contrário dos sistemas tradicionais em que os clientes são incitados a comprar produtos nem sempre desejados, o sistema *pull* passa por colocar no mercado os produtos desejados pelos clientes, ou seja, que preencham os requisitos e as expectativas dos mesmos. Este sistema permite que apenas seja produzido o que é pedido pelo cliente, no momento necessário, evitando alguns dos desperdícios *Lean* (Carvalho et al., 2012; Womack & Jones, 2003).
5. **Perfeição** – consiste na contínua criação de valor, através de atitudes direcionadas para a completa eliminação de desperdícios, apostando assim num ambiente de melhoria contínua de processos. Atinge-se a perfeição quando num processo, só existem atividades que acrescentam valor.

Esta forma de pensar é um “*poderoso antídoto*” para as fontes de desperdício que possam existir num processo, geralmente associadas a atividades que não acrescentam valor. De acordo com Womack & Jones, (2003), foram definidas sete principais fontes de desperdício que contribuem diretamente para a redução da eficiência nos processos e da produtividade dos operadores:

- **Excesso de produção:** a produção dá-se sem clientes específicos, quando é superior ao número de encomendas ou quando se produz cedo demais. Estes casos originam excesso de *stock* e um aumento dos esforços das organizações, em termos de fluxos de informação e de materiais, ou seja, desperdício.
- **Tempos de espera:** quando os recursos não estão disponíveis nos momentos em que são necessários, sejam humanos, materiais ou equipamentos. Estão muitas vezes associados a avarias nos equipamentos, a um *layout* deficiente, atrasos na disponibilidade de materiais, falta de recursos humanos ou *bottlenecks*.
- **Transporte:** consiste na passagem do produto por várias localizações. Tendo em conta que o produto não é processado enquanto está em movimento, estas deslocações não acrescentam valor ao mesmo.
- **Inventário:** a simples armazenagem de produtos, de matéria-prima, entre outros, tem um custo até à altura de venda de um artigo ao cliente. O facto de existirem *stocks* traduz um aumento custos e de esforços por parte das organizações.
- **Processos inadequados:** no caso de uma etapa de um processo que não acrescenta valor ao produto final. A utilização desadequada de equipamentos ou ferramentas, o sobreprocessamento ou um procedimento sem a informação necessária podem estar na origem deste tipo de desperdício.

- **Movimentações dispensáveis:** o excesso de movimentações num local de trabalho, seja por pessoas ou por equipamentos, traduz-se em desperdício. Enquanto se verificam as deslocações desnecessárias, não há processamento do produto, representando tempo desperdiçado durante o processo. O excesso de troca de dados, de informação ou de decisões também são consideradas movimentações desnecessárias.
- **Defeitos:** representam erros durante alguma das etapas do processo, obrigando a recomençar o processo ou a trabalho adicional.

Em suma, o objetivo central da aplicação da Filosofia *Lean* numa organização é a redução dos custos através da eliminação de qualquer fonte de desperdício, aumentando assim o valor para o cliente final.

2.1.3. Principais Benefícios e Obstáculos de ser Lean

A aplicação do conceito *Lean* tem tido muito apoio, mas também muita resistência. Num ambiente em crescente competitividade, as empresas recorrem ao *Lean* sabendo dos **benefícios** da sua aplicação, descritos na Figura 2.1. Além dos expostos, as organizações perspetivam potenciais benefícios como a parte financeira, o melhor conhecimento das necessidades dos clientes, a melhoria na qualidade de produção, um aumento do conhecimento geral dos processos e uma melhor qualificação dos seus trabalhadores.



Figura 2.1: Benefícios do *Lean*
(Adaptado de Melton, 2005)

Inversamente, a aplicação do *Lean* tem também os seus obstáculos. O primeiro deles reside na intangibilidade de alguns dos benefícios e na descrença por parte das organizações, assumindo que os processos não podem ser mais eficientes. O segundo, considerado o grande obstáculo, constitui a inércia que as organizações têm que combater, a natural resistência à mudança, achando que os processos desenvolvidos não têm possível melhoria.

2.1.4. Ferramentas Lean

A aplicação do conceito *Lean*, através das suas diversas ferramentas ou metodologias, pode ajudar na identificação ou eliminação dos desperdícios em processos. Nesta secção, apenas será considerada a ferramenta utilizada para este estudo que visa à melhoria do espaço de armazém e das operações que decorrem nesse mesmo espaço, a metodologia 5S.

2.1.4.1. Metodologia 5S

A metodologia 5S é uma filosofia baseada em cinco termos japoneses, utilizada para criar e manter um posto de trabalho bem organizado, aumentando a eficiência e a produtividade da operação. Os termos japoneses utilizados como sentidos para esta metodologia são: *Seiri* (separação), *Seiton* (arrumação), *Seiso* (limpeza), *Seiketsu* (normalização) e *Shitsuke* (disciplina), explicados, separadamente, de seguida (Agrahari, Dangle, & Chandratre, 2015; Neuwirth, 2017).

1. **Seiri** – Consiste no senso de triagem, através da análise dos postos de trabalho, separando aquilo que é necessário para a execução das atividades do que não é necessário. Com esta triagem, definem-se quais os materiais que precisam de ser mantidos, os materiais que se colocam fora do posto de trabalho e quais os materiais que devem ser eliminados.
2. **Seiton** – Sendo o senso da organização e arrumação, após a eliminação daquilo que é desnecessário, devendo arrumar-se e organizar o material identificado como necessário. A arrumação deve ser realizada tendo em conta a facilidade de identificação do material em questão, contando com o apoio da implementação de sistemas visuais.
3. **Seiso** – A limpeza e a inspeção dos postos de trabalho têm como objetivo garantir boas condições de funcionamento e de limpeza dos locais de trabalho e dos equipamentos. Este senso obriga a estabelecer normas de limpeza.
4. **Seiketsu** – Depois dos três primeiros sentidos, é essencial que a área seja mantida. Para tal, é necessário criar procedimentos normalizados e regras, evitando o retorno ao estado inicial.
5. **Shitsuke** – Os benefícios dos quatro sentidos acima referidos são poderosos, podendo ser visualmente medidos. Contudo, sem autodisciplina, a situação regressa ao seu estado de desordem inicial. O objetivo deste senso passa por integrar na rotina da empresa e funcionários, uma cultura de organização, através do trabalho sustentado por normas e instruções de limpeza, de arrumação e de organização.

Na Figura 2.2 são apresentados, de uma forma simplificada, os cinco sentidos acima referidos.

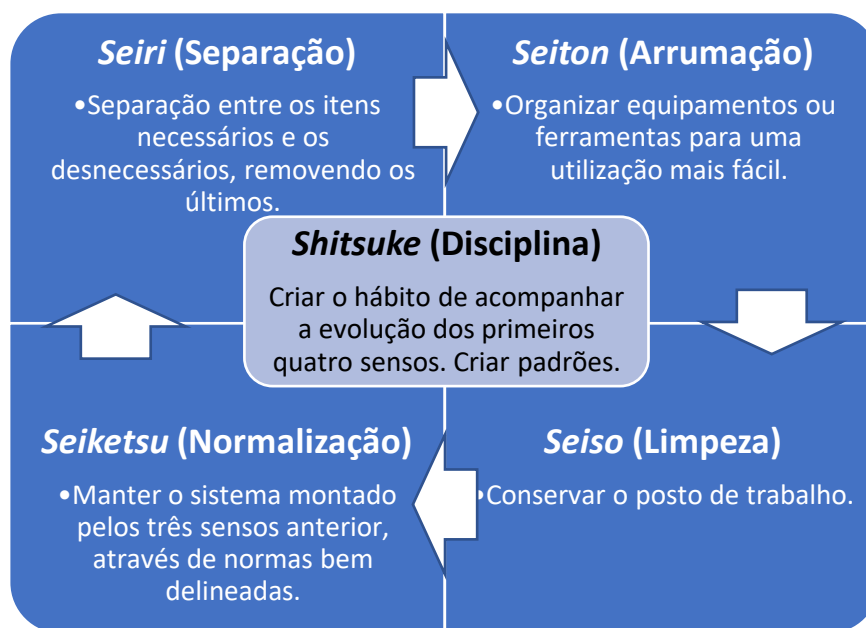


Figura 2.2 – Esquema representativo das várias etapas da metodologia 5S

O objetivo da aplicação desta ferramenta é ter os materiais, organizados e bem marcados, próximos da operação e dos operadores a fim de eliminar desperdícios de tempo e de materiais. Sendo a filosofia dos 5S “*um lugar para tudo e tudo no seu lugar*” (Neuwirth, 2017), permite o aumento da qualidade do produto final e da produtividade, resultando numa redução de custos e num incremento de eficiências.

2.1.5. Logística Lean

Neste subcapítulo será apresentada aplicação da filosofia *Lean*, em contexto logístico. Inicialmente serão definidos os conceitos de Logística, as suas principais atividades e, tendo em conta que o estudo foi realizado em ambiente de armazém, é descrita armazenagem e as suas principais operações. Por fim, expõe-se a utilização do *Lean* em Logística, a fim da eliminação dos desperdícios.

2.1.5.1. Conceito e Definição de Logística

A Logística, como área de estudo, teve a sua origem na esfera militar durante o período das grandes guerras do século passado, com o objetivo de resolver as questões relacionadas com o abastecimento das frentes de combate. Em termos militares, a Logística está diretamente ligada à procura, manutenção e transporte dos materiais, pessoas e instalações. Hoje em dia, o conceito de logística pode ter várias interpretações e definições dependendo da perspetiva ou área que, direta ou indiretamente, com ela convivem e/ou trabalham/dialogam, sendo estas a lógica do serviço, funcional, da cadeia de valor, militar, do cliente, inventário, entre outras.

De acordo com o *Council of Supply Chain Management Professionals*, e segundo Carvalho et al. (2012), de um modo geral, a logística pode ser definida como parte integrante da cadeia de abastecimento, sendo responsável pelo planeamento, implementação e controlo, eficaz e eficiente, de todos os fluxos, diretos ou inversos, referentes às operações de armazenagem de bens, serviços e informação relacionada com a origem e o destino, de forma a realizar as necessidades dos clientes.

Na perspetiva do cliente, a logística pode ser reduzida a conseguir o produto certo, para o cliente certo, na quantidade certa, na condição certa, no lugar certo, no tempo certo e ao custo certo, sendo estes considerados os sete certos da Logística. Apesar de remontar aos primórdios da Logística, estes continuam muito atuais, tendo uma grande vantagem pois expressa a visão do cliente relativamente a esta área de estudo (Carvalho et al., 2012).

Nos tempos que correm, a logística tem um grande impacto no padrão de vida da sociedade. Tanto a logística como a sociedade estão de tal forma modernizadas que a qualidade dos serviços logísticos tem de ser notável. A logística já está tão intrínseca no quotidiano da sociedade, que apenas tendem a reparar na logística quando algo corre mal (Lambert, Stock, & Ellram, 1998).

2.1.5.2. Atividades Logísticas

Tomando uma definição geral de Logística como sendo um fluxo de materiais, informação e dinheiro entre consumidores e fornecedores, integrando tangíveis e intangíveis, as principais atividades logísticas são (Carvalho et al., 2012; Frazelle, 2002).

- **Transporte e Gestão de Transporte** – é uma das atividades mais relevantes para o bom desempenho de uma cadeia de abastecimento, sendo responsável por grande parte dos custos logísticos. O transporte garante a ligação entre os elos da cadeia, proporcionando valor acrescentado através da criação da utilidade de lugar e tempo: movimentação dos produtos para o local certo, no momento desejado e nas condições pretendidas. Um serviço de transporte pode adotar uma variedade de formas, quer recorrendo a um único modo, quer à combinação de diversos modos de transporte, ou seja, a intermodalidade. Os modos de transporte capitais para a movimentação de produtos ao longo de uma cadeia de abastecimento são: aéreo, marítimo e fluvial, ferroviário, rodoviário e *pipelines*. O objetivo da gestão de transporte é ligar todos os pontos de recolha e de entrega das cargas, tendo em conta os prazos acordados com as partes envolvidas, ao menor custo possível. Qualquer ineficiência associada a este serviço pode ter um impacto significativo nos custos do transporte e na qualidade do serviço.

- **Armazenagem, Gestão de Armazenagem, Controlo e Gestão de Stocks** – esta é considerada uma das principais atividades logísticas da atualidade. A armazenagem inclui a componente de armazenagem propriamente dita (manuseamento de materiais internos às instalações) e, inclui também a componente de controlo e gestão de *stocks*. A definição de uma boa política de gestão de *stocks* pode ajudar um sistema a tornar-se mais eficiente, ou seja, mais rápido e simples, com um menor custo, melhorando assim a qualidade do serviço.
- **Embalagem** – esta atividade logística tem como objetivo reforçar a proteção dos artigos, de modo a protegê-los durante o transporte e armazenagem. Inclui a embalagem propriamente dita, a filmagem com plástico, a utilização de paletes ou de contentores, entre outras. Pode, ainda, compreender outros aspetos adicionais como é a etiquetagem com códigos de barras ou com leituras de radiofrequência, facilitando o *tracking* das encomendas.
- **Previsão de Vendas** – atividade de carácter comercial, considerada de elevada importância quando conjugada com outras atividades logísticas, como por exemplo gestão de *stocks*, pois permite aumentar a eficiência na cadeia de abastecimento, através da gestão de capacidade da mesma.
- **Serviço ao Cliente** – em logística, o serviço ao cliente é visto como atividade, ou conjunto de atividades, que consiste na capacidade de disponibilizar materiais ou serviços, ao cliente certo, na quantidade certa, no estado adequado, no local apropriado, no tempo definido ao preço certo. Além desta disponibilização de produtos/materiais/serviços, o serviço também pode ser encarado como o processo de interação com os clientes.
- **Logística Inversa** – geralmente, as atividades logísticas estão orientadas de modo a conduzir os materiais/produtos/serviços num sentido direto, ou seja, desde a origem (produtor/fornecedor) até ao destino (cliente final). A logística inversa compreende um conjunto de atividades que realizam o percurso inverso, ou seja, do cliente final até à sua origem. Este fluxo pode ter origem em diversas causas, como por exemplo, a não conformidade com as expectativas do cliente, ou quando se tratar de vasilhame. O manuseamento de materiais retornados, bem como todas as tarefas inerentes ao mesmo, podem ser incluídas nesta lógica.

2.1.5.3. Armazenagem

Numa visão mais clássica, os armazéns não acrescentam valor à cadeia de abastecimento, pois servem para manter *stocks*, de um determinado artigo, nas quantidades requeridas, num

ambiente certo ao menor custo possível. Hoje em dia, esta visão está completamente ultrapassada e os armazéns começaram a ter um papel integrador na cadeia de abastecimento. Deixaram de ser um local apenas de armazenagem, inovando através do desempenhar de novos papéis, como: consolidação, quando se justifica agregar várias encomendas num só carregamento; transbordo, que consiste na dessegregação e fração de grandes quantidades em cargas menores; *cross-docking* (ou passagem de cais), quando um armazém serve como passagem de cargas, previamente preparadas, reduzindo custos de transporte na origem e no destino; atividades de valor acrescentado, que dizem respeito a atividades de personalização, manipulação, sequenciamento, preparação, pequenas montagens, entre outros.

A armazenagem pode ser classificada segundo vários critérios. Segundo Carvalho (2012), as tipologias de armazenagem podem ser definidas segundo os seguintes critérios: fluxo, temperatura, grau de automação e a duração.

Intrínseco à classificação segundo o fluxo, verifica-se o *layout* de um armazém com um papel importante na eficiência de todas as operações que decorrem dentro do mesmo. A localização das zonas de receção e de expedição determina que tipo de fluxo existe dentro de um armazém. Se as zonas de expedição e receção se situarem em extremos opostos, com a zona de armazenagem no centro das duas, os produtos dentro do armazém seguem um fluxo direcionado. Se as zonas de receção e expedição se verificarem na mesma zona, os produtos seguem um fluxo quebrado. Na Figura 2.3 estão representados estes dois tipos de fluxo.

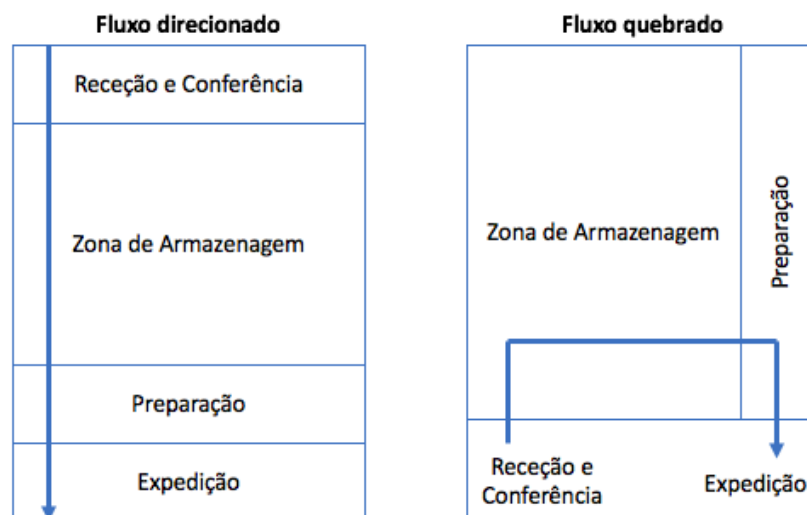


Figura 2.3 - Representação dos fluxos em armazém

(Adaptado de Carvalho et al., 2012)

Segundo a temperatura, a armazenagem pode ocorrer em temperatura ambiente ou controlada. A armazenagem à temperatura ambiente destina-se a produtos que não requerem qualquer manutenção, a nível de temperatura. Dentro da armazenagem com temperatura controlada

existem dois tipos: frio positivo (entre os 0° e os 15°) e frio negativo (abaixo dos 0°) para produtos congelados.

O grau de automação de um armazém está relacionado com os sistemas de armazenagem instalados. Os armazéns podem ser classificados como manuais, se dependerem de manuseamento humano (podendo ser através de máquinas), ou em armazéns automáticos, se as operações de armazenagem decorrerem com pouca ou nenhuma intervenção humana.

A atividade de armazenagem, segundo a duração, pode ser classificada em permanente ou temporária (*cross-docking*). A armazenagem permanente implica que um produto esteja em armazém por um período de, pelo menos, um dia. O *cross-docking*, implica que os produtos que entram em armazém apenas permaneçam no mesmo, por um período máximo de 24 horas, sem que haja recurso à zona de armazenagem.

2.1.5.4. Operações básicas de armazenagem

O processo de armazenagem engloba diversas atividades desde que os produtos entram num armazém, até que saem, seguindo normalmente o fluxo de acordo com a Figura 2.4. A receção de produtos num armazém provoca três atividades: receção, conferência e arrumação. Por outro lado, a encomenda por parte de um cliente desencadeia outras três atividades: *picking*, preparação e expedição.



Figura 2.4 – Processo que ocorrem em armazém

(Adaptado de Carvalho et al., 2012)

1. **Receção:** consiste na chegada do veículo ao armazém e posterior descarga física da mercadoria. As receções devem ser previamente marcadas, de forma a evitar congestionamentos.
2. **Conferência:** após realizada a descarga física da mercadoria dá-se início à conferência dos artigos rececionados. Nesta fase, se não existirem erros, a mercadoria dará entrada no sistema, sendo atribuída uma localização de armazenagem para os artigos. Se forem verificados erros, a mercadoria em questão será devolvida, acionando o processo de devolução. É durante esta atividade que se verifica também a necessidade de paletizar ou repaletizar a mercadoria.

3. **Arrumação:** finalizada a conferência, todos os artigos têm a sua localização definida na zona de armazenagem. Com recurso a equipamentos de manuseamento de carga próprios, a arrumação consiste em alocar os artigos nas localizações definidas pelo sistema.
4. **Picking:** despoletada pela receção de uma encomenda, a atividade de *picking* consiste na recolha dos artigos certos, na quantidade certa, de forma a satisfazer as encomendas dos clientes. Esta atividade tem impacto sobre a encomenda em três níveis: tempo, custo e qualidade. Se o *picking* demorar pouco tempo, mais rápido se satisfará o cliente, quanto mais eficiente for, menor custo terá e um *picking* sem erros, aumentará a qualidade da encomenda. Geralmente, é realizado na zona de armazenagem e a sua produtividade depende de que tipo de método se utiliza. Existem quatro métodos de *picking*: *picking by order* (consiste em realizar o *picking* por encomenda ou cliente), *picking by line* (recolha por linha ou por produto), *zone picking* (quando os operadores estão alocados a zonas do armazém e só recolhem artigos na sua zona) e *batch picking* (quando um operador recolhe artigos de encomendas diferentes em simultâneo).
5. **Preparação da Expedição:** esta é a atividade que antecede a expedição e consiste na consolidação das paletes junto ao cais onde se efetuará a carga física do veículo. Tipicamente, ordenam-se consoante o critério LIFO (*last in, first out*), ou seja, a última palete a entrar no veículo será a primeira a sair no destino de descarga. Geralmente no final do *picking* filmam-se as paletes, ficando as mesmas prontas para esta atividade de preparação. No caso de isso não se verificar, antes desta atividade de preparação começar, filmam-se as paletes.
6. **Expedição:** é uma atividade que obriga a marcação prévia (dia e hora de carga), geralmente realizada no ato da encomenda. Esta marcação serve para que as atividades, como o *picking*, preparação da expedição e expedição decorram eficiente e eficazmente. A expedição, na sua essência, consiste no carregamento físico dos produtos nos veículos e saída dos mesmos do armazém, para a realização das respetivas entregas.

2.1.5.5. Aplicação do *Lean* na Logística

O conceito de *Lean*, totalmente enraizado no *Toyota Production System*, traduz o aumento da capacidade de resposta e do fluxo, através da eliminação de desperdícios de todos os processos. Tendo em conta este objetivo desta filosofia, o impacto que a adoção de metodologias *Lean* pode ter sobre a Logística é significativo, podendo ser descrito como uma forma de identificar e eliminar atividades nocivas da Cadeia de Abastecimento, de forma a aumentar o fluxo dos produtos e respetiva prontidão dos mesmos.

De acordo com os desperdícios já identificados neste capítulo, um deles é o excesso de *stock*. Para eliminar este desperdício é necessário acabar com todos os *stocks* que sejam dispensáveis para as operações e para os consumidores. Além do inventário, existem outras potenciais fontes de desperdício associadas à Logística: transporte, espaço e instalações, tempo, embalagem, administração e conhecimento. Todos estes recursos, apesar de serem indispensáveis no planeamento e na execução da Logística, podem tornar-se fontes de desperdício, quando não utilizados eficaz e eficientemente.

O *Lean* aplicado a Armazéns, considerando espaço e instalações, foca-se em minimizar as atividades que não acrescentam valor dentro de todas as operações básicas de armazenagem. Tendo em conta os desperdícios *Lean* já identificados, pode ser feito um paralelismo com o ambiente de armazém (Anđelković, Radosavljević, & Panić, 2017):

- **Excesso de produção:** o início do *picking* ou da embalagem antes de serem necessários, assim como o reabastecimento precoce.
- **Tempos de espera:** inclui todas as esperas por inspeção e conferência, *picking*, expedição e de dados.
- **Transporte:** todos os transportes internos desnecessários, seja de materiais ou de produtos.
- **Inventário:** situações que causam rotura ou excesso de *stock*, ou que o espaço destinado ao inventário seja mal aproveitado.
- **Processos inadequados:** Todos os processos dentro de armazém que não precisam de ser realizados, mas que acabam por se realizar.
- **Movimentações dispensáveis:** movimentações desnecessárias de operadores causados por mau planeamento de rotas ou por um *layout* defeituoso.
- **Defeitos:** as atividades causadas por retrabalho, ou por retornos dos clientes (sejam por defeitos, por serem produtos ou rótulos trocados, por falta de material, entre outros).

A aplicação do *Lean* em contexto de armazém é focada na eliminação de perdas, conduzindo a uma redução de custos de armazém. Como resultado, é esperado um aumento da competitividade, baseada na eficaz e eficiente capacidade de resposta às encomendas dos clientes.

2.2. Metodologia TRIZ

No presente subcapítulo será abordada a metodologia TRIZ, tendo em conta as suas características, os seus conceitos base e principais ferramentas.

2.2.1. Introdução à Metodologia TRIZ

No período que decorre, as organizações enfrentam um ambiente de mudança incessante, fazendo com que objetivos sejam cada vez mais exigentes. O aumento da concorrência, a maturidade do mercado e as preocupações ambientais integram alguns dos fatores essenciais para o sucesso das empresas que, para que tal aconteça, são obrigadas a repensar todos os seus processos com o objetivo de torná-los eficientes (H. V. G. Navas, 2015).

No seguimento desta tendência de inovação surgiu a Teoria de Resolução Inventiva de Problemas, conhecida pelo seu acrónimo russo TRIZ. Foi desenvolvida pelo engenheiro mecânico russo Genrich Altshuller e seus colegas que, ao estudarem mais de 400.000 patentes tecnológicas, extraíram certas regularidades e padrões básicos que guiaram os processos de resolução de problemas, dando lugar a novas ideias e inovações.

Da análise de um vasto número de patentes, Altshuller e Ralph Shapiro perceberam rapidamente que nem todas as patentes tinham o mesmo grau de inovação. Decidiram categorizá-las em 5 níveis, correspondendo o nível mais baixo a simples modificações e, o nível mais alto a invenções pioneiras. Na Tabela 2.1 pode observar-se os diferentes níveis de inovação sistematizados por Altshuller (Savransky, 2000):

Tabela 2.1 – Níveis de inovação da TRIZ

Nível	Descrição	Percentagem da totalidade de patentes analisadas (%)
1	Soluções de rotina com utilização de métodos bem conhecidos na respetiva área de especialidade.	32
2	Pequenas correções nos sistemas utilizando métodos conhecidos na indústria respetiva.	45
3	Melhorias importantes que resolvem contradições em sistemas num ramo específico da indústria.	18
4	Soluções sustentadas por novos princípios científicos ou por novas tecnologias.	4
5	Invenções pioneiras.	<1

A metodologia TRIZ é particularmente adequada para auxiliar na elaboração de soluções dos níveis de inovação 3 e 4, onde a simples aplicação de “boas práticas” de engenharia ou gestão não produz efeitos notórios. Apesar da divisão apresentada na Tabela 2.1, um obstáculo pode

ser resolvido envolvendo soluções de diferentes níveis. Esta classificação possibilita a avaliação e comparação das diferentes soluções propostas e pode ainda ser útil na previsão do desempenho de determinado sistema (H. V. Navas, 2014).

Segundo Gadd (2011), quando aplicada à resolução de problemas e à inovação, a TRIZ tem uma grande vantagem em relação a outros métodos que possam ser utilizados. Esses métodos, por exemplo, o *brainstorming*, são bons na identificação dos problemas, mas não dispõem de soluções para os mesmos. Por outro lado, o processo de aplicação da TRIZ inclui na identificação de problemas, finalizando com soluções diretas para os respectivos.

No centro da metodologia TRIZ está o conjunto de soluções que dão resposta aos problemas técnicos existentes num sistema. Este conjunto inclui os princípios inventivos, os padrões de evolução, soluções padrão, entre outros. Para aplicar alguma destas soluções, primeiramente é necessário começar-se com um formato conceptual do problema, reduzindo-o à sua essência. Com este formato, acham-se soluções conceptuais para o problema e, posteriormente, esta solução conceptual identificada pode dar origem a uma solução específica e concreta que responda ao problema original (Gadd, 2011). De uma forma geral, esta é a abordagem que a TRIZ tem para a resolução de problemas, como representa o processo da Figura 2.5.

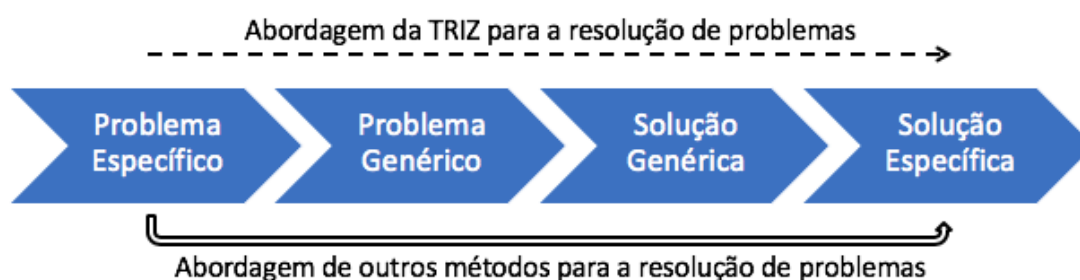


Figura 2.5 - Abordagem da metodologia TRIZ para a resolução de problemas

(Adaptado de Ilevbare, 2013)

De forma a que seja possível utilizar a metodologia TRIZ para resolver dificuldades, é necessário que se defina um problema específico. Tendo o problema bem definido, identificam-se as contradições e, posteriormente, procuram-se exemplos de utilização dos princípios. Finalmente aplicam-se as soluções-padrão ao problema com o objetivo de encontrar a solução específica. Esta metodologia foi originalmente desenvolvida para resolver problemas relacionados com tecnologia. Hoje em dia, devido às suas características, percebeu-se que pode ser aplicada em diversos campos, sectores ou ciências (Ilevbare, 2013).

2.2.2. Características e Conceitos da TRIZ

Segundo Savransky (2000), TRIZ é uma metodologia sistemática de resolução inventiva de problemas, orientada para o ser humano e, assente no conhecimento. Tendo em conta esta definição, as características fundamentais desta metodologia são:

- **Conhecimento** – tem como base para as suas heurísticas genéricas de resolução de problemas toda a experiência extraída da análise de milhares de patentes, de diversas partes do mundo, nos diferentes ramos das engenharias. Esta metodologia tem também em conta as informações relativas às técnicas, ao ponto de ter o domínio de onde ocorrem os problemas.
- **Orientação para o ser humano** – as heurísticas da TRIZ foram geradas para a utilização humana e não para máquinas. Esta metodologia consiste em dividir atividades em subsistemas, distinguindo-os em lucrativos ou prejudiciais. É nesta fase que entra a capacidade humana de distinção tendo em conta o problema em si e também as circunstâncias socioeconómicas. Torna-se assim, mais eficiente considerar o discernimento humano do que desenvolver um programa informático para tal.
- **Sistemática** – baseada no conhecimento sistemático em modelos genéricos e detalhados sobre sistemas artificiais, e sabendo também que os procedimentos para a resolução de problemas e suas heurísticas são estruturados de forma sistemática de forma a responderem eficazmente a novos problemas com soluções conhecidas.
- **Problemas e resoluções inventivas** – esta metodologia tem como objetivo a resolução de problemas relacionados a contradições no sistema, através de uma solução ideal, recorrendo a técnicas existentes.

Tendo em conta as características da TRIZ, os conceitos de contradição, idealidade, recursos e de padrões de evolução, introduzidos por Altshuller, são fulcrais nesta metodologia. Pelo menos um destes conceitos está na base de qualquer processo de resolução de problemas, envolvendo a TRIZ (Ilevbare, Probert, & Phaal, 2013).

Contradição

Gadd (2011) definiu contradição como sendo um conflito de soluções. Segundo Savransky (2000), uma contradição ocorre quando se tenta solucionar um problema de um sistema e, essa mesma solução, tem repercussões negativas no próprio ou noutro sistema. Ou seja, ao tentar melhorar um parâmetro ou característica de uma técnica, se afeta negativamente esse mesmo, ou um outro parâmetro ou característica dessa técnica. Para se obterem soluções, é

imprescindível que se resolvam as contradições. Genrich Altshuller distinguiu as contradições em três tipos – técnicas, físicas e administrativas:

- **Contradições administrativas** – ocorrem quando se quer chegar a um resultado, mas não se sabe como. Representam a falta de capacidades face às necessidades. Sendo este tipo de contradições provisórias, não apresentam valor heurístico, ou seja, não ajudam na resolução dos problemas (H. Navas, 2014a; Savransky, 2000).
- **Contradições técnicas** – surgem quando se tenta melhorar um sistema e, nesse processo, se deteriora uma parte do mesmo. Estas contradições técnicas, segundo Savransky (2000), podem acontecer quando:
 - A criação ou o reforço de uma função útil desencadeia o aparecimento ou a intensificação de uma função prejudicial dentro do sistema.
 - A eliminação ou redução de uma função prejudicial conduz à deterioração de uma função profícua do sistema.
 - A intensificação da função útil ou redução da função nociva gera uma complexidade inadmissível do sistema ou de partes deste.
- **Contradições físicas** – quando o sistema tem atributos físicos que podem ser, simultaneamente, benéficos ou prejudiciais têm-se contradições físicas. Podem ocorrer quando se reforça uma função útil e, esta ação, faz com que haja um acréscimo de uma outra função negativa do sistema. Por outro lado, a redução de uma função prejudicial pode, simultaneamente, reduzir uma outra função útil (Ilevbare et al., 2013).

A identificação de qualquer uma destas contradições em si não resolve os problemas. Pode sim, ajudar a descobrir soluções criativas e eficazes para um problema, mostrando o caminho para a sua resolução.

Idealidade

A idealidade é uma medida que representa o quanto está um sistema do seu ideal, ou seja, da sua melhor prestação possível. Esta medida move as organizações a melhorarem os seus processos, aumentando as funções profícuas e reduzindo as funções prejudiciais, com o objetivo de se tornarem mais eficientes. A idealidade de um sistema pode ser medida através da seguinte expressão matemática:

$$Idealidade = \frac{\sum(Funções\ Benéficas)}{\sum(Custos + Funções\ Prejudiciais)}$$

Esta equação mostra que para aumentar a idealidade de um sistema deve-se tentar aumentar o numerador, adicionando ou melhorando funções benéficas) e/ou diminuir o denominador, seja a reduzir custos ou a remover funções desnecessárias.

As funções benéficas são todas aquelas inerentes ao bom funcionamento do sistema. Neste tipo de funções distinguem-se as principais, as quais estão na origem do sistema, as secundárias e ainda, as funções auxiliares foram concebidas para apoiar as principais do sistema. Contrariamente, as funções nocivas são todas as funções que reduzem a eficiência de um sistema.

Um dos principais objetivos da TRIZ é aumentar a idealidade de um sistema ou tentar aproximá-lo do “*Sistema Ideal*”, em inglês denominado *Ideal Final Result* (IFR). O IFR é um sistema arbitrário que executa todas as suas funções na perfeição. Este conceito teórico serve de baliza às organizações, guiando-as na obtenção de soluções inovadoras (Ilevbare et al., 2013; H. Navas, 2014c; Savransky, 2000)(Ilevbare et al., 2013; H. Navas, 2014c; Savransky, 2000).

Recursos

Os recursos desempenham um papel importante na melhoria de sistemas, pois ajudam uma organização a economizar nas resoluções de problemas. Estes podem ser definidos de uma forma abrangente, podendo ser qualquer elemento dentro de um sistema, separando-se em: recursos internos, os que fazem parte da área problemática; recursos externos, que incluem todos os outros recursos dentro do sistema. Os recursos podem ser agrupados, em (H. Navas, 2014b; Savransky, 2000):

- Recursos naturais
- Recursos de substância
- Recursos de tempo
- Recursos energéticos e de campo
- Recursos de espaço
- Recursos de informação
- Recursos de sistema
- Recursos funcionais

A identificação dos recursos disponíveis e o seu melhor uso são uma importante ferramenta na busca de soluções com uma relação ótima entre custo, eficiência e eficácia. Com objetivo de as resoluções serem as mais eficientes, com o custo menor possível, a metodologia TRIZ recomenda a que se utilizem recursos do sistema.

Padrões de evolução de sistemas

Durante estudo de patentes, Altshuller notou que os sistemas geralmente têm um padrão no seu desempenho. Estas regularidades dos sistemas foram então transformadas em padrões de evolução que, segundo Gadd (2011) podem ser chamados de padrões, tendências ou leis de evolução. São úteis para desenvolver soluções ótimas para os problemas e, também na identificação de possíveis tendências de evolução de sistemas e produtos.

Genrich Altshuller definiu oito padrões de evolução, dividindo-os em (Gadd, 2011):

1. **Aumentar a idealidade:** adicionando novas atividades benéficas, melhorando as já existentes, reduzindo custos e atividades prejudiciais, aumentando a eficiência do sistema.
2. **Fases de evolução do sistema:** um sistema é criado e desenvolvido até que se dá a integração do mesmo no mercado. Aumenta rapidamente a idealidade do sistema até novos sistemas são necessários.
3. **Menor envolvimento humano:** maior nível de automação e de sistemas e de sistemas automáticos.
4. **Desenvolvimento não uniforme das partes do sistema:** partes do sistema têm formas de evolução distintas de todas as outras e, até do próprio sistema.
5. **Simplicidade – Complexidade – Simplicidade:** um sistema é criado para ser simples, mas com as alterações nas funções torna-se complexo. Depois das alterações e de se aprender com as mesmas, o sistema volta a tornar-se mais simples. Este é um ciclo que reflete a aplicação de novas funções no sistema e posterior adaptação à mudança.
6. **Aumento do dinamismo, flexibilidade e controlo:** geralmente um sistema evolui para se tornar mais flexível e dinâmico. Isto significa que funções que seriam mais rígidas deixam de o ser. Quando se torna um sistema mais flexível e dinâmico têm que se intensificar o controlo
7. **Aumento da segmentação e uso dos campos:** a segmentação tem um papel fundamental na resolução de problemas técnicos. É o princípio número um dos 40 Princípios Inventivos para resolver contradições técnicas e físicas. Segmentando as partes do sistema até serem tão pequenas, que se tornam um efeito de campo.

- 8. Compatibilidade e incompatibilidade:** o sistema para evoluir de forma a responder às suas funções eficaz e eficientemente, têm de ser consideradas as compatibilidades e incompatibilidades entre os elementos.

2.2.3. Ferramentas da Metodologia TRIZ

Desde 1946, muitas foram as técnicas e ferramentas desenvolvidas por Altshuller e pelos seus colegas. Entre outros, a metodologia TRIZ pode contar com (Ilevbare et al., 2013):

- 40 Princípios inventivos
- 76 Soluções padrão
- Matriz de contradições
- 8 Padrões de evolução
- Idealidade e respetivo IFR
- Análise substância-campo
- Análise dos recursos
- Ferramentas de criatividade
- ARIZ (Algoritmo para Resolução Inventiva de Problemas)

De seguida, serão explicadas as principais ferramentas desta metodologia.

2.2.3.1. Princípios Inventivos e Matriz de Contradições

Do estudo de mais de um milhão e meio de patentes a nível mundial, Altshuller identificou 39 parâmetros técnicos (Maia, Alves, & Leão, 2015). A combinação entre estes 39 parâmetros e os 40 Princípios Inventivos, deram origem à Matriz de Contradições. Na Tabela 2.2 observam-se os 39 parâmetros técnicos (ou de engenharia):

Tabela 2.2 - Parâmetros Técnicos da TRIZ

1	Peso (objeto móvel)	14	Resistência	27	Fiabilidade
2	Peso (objeto imóvel)	15	Durabilidade (objeto móvel)	28	Precisão de medição
3	Comprimento (objeto móvel)	16	Durabilidade (objeto imóvel)	29	Precisão de fabrico
4	Comprimento (objeto imóvel)	17	Temperatura	30	Fatores prejudiciais que atuam sobre o objeto
5	Área (objeto móvel)	18	Clareza	31	Efeitos colaterais nocivos
6	Área (objeto imóvel)	19	Energia gasta (objeto móvel)	32	Manufaturabilidade
7	Volume (objeto móvel)	20	Energia gasta (objeto imóvel)	33	Conveniência de uso
8	Volume (objeto imóvel)	21	Potência	34	Capacidade de reparação
9	Velocidade	22	Perda de energia	35	Adaptabilidade
10	Força	23	Perda de matéria	36	Complexidade de um sistema
11	Tensão, pressão	24	Perda de informação	37	Complexidade do controlo
12	Forma	25	Perda de tempo	38	Nível de automação
13	Estabilidade do objeto	26	Quantidade de matéria	39	Produtividade

Altshuller percebeu que, apesar de toda a diversidade tecnológica, existem somente 1250 conflitos típicos de sistemas. Na Tabela 2.2, apresentam-se os parâmetros e atributos dos produtos que os engenheiros tipicamente querem melhorar. Os conflitos típicos podem ser resolvidos com a aplicação dos 40 Princípios Inventivos, apresentados na Tabela 2.3.

Tabela 2.3 - Princípios Inventivos da TRIZ

1	Segmentação	21	Urgência
2	Extração	22	Conversão de prejuízo em proveito
3	Qualidade local	23	Reação
4	Assimetria	24	Mediação
5	Combinação	25	Autosserviço
6	Universalidade	26	Imitação
7	Recorrência	27	Objeto com vida curta e económico em vez de um mais duradouro e dispendioso
8	Contrapeso	28	Substituição do sistema mecânico
9	Contra ação prévia	29	Utilização de sistemas hidráulicos ou pneumáticos
10	Ação prévia	30	Membranas flexíveis ou películas finas
11	Amortecimento prévio	31	Uso de material poroso
12	Equipotencialidade	32	Mudança de cor
13	Inversão	33	Homogeneidade
14	Esfericidade	34	Rejeição e recuperação de componentes
15	Dinamismo	35	Transformação do estado físico e químico
16	Ação parcial ou excessiva	36	Mudança de fase
17	Transição para nova dimensão	37	Expansão térmica
18	Vibração mecânica	38	Utilização de fortes oxidantes
19	Ação periódica	39	Ambiente inerte
20	Continuidade de uma ação profícua	40	Materiais compósitos

Conjugando os 39 parâmetros e os 40 princípios, tem-se a Matriz de Contradições, com o objetivo de resolver contradições técnicas. Depois de identificados os parâmetros que melhoram e os que afetam o desempenho do sistema, identificam-se ambos na matriz.

As linhas da matriz de contradições são preenchidas com os parâmetros que, ajustados, melhoram o desempenho do sistema. Estas interagem com os parâmetros que, com o ajuste, produzem efeitos adversos ao bom funcionamento do sistema (apresentado nas colunas). Nesta interseção, estão presentes os números dos 40 princípios inventivos mais capazes de resolver as contradições. A Figura 2.6 mostra um excerto de uma matriz de contradições para ajudar a perceber melhor a sua aplicação.

		Parâmetro prejudicado												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Parâmetro a melhorar	1		-	15, 8 29, 34	-	29, 17 38, 34	-	29, 2 40, 28	-	2, 8 15, 38	8, 10 18, 37	10, 36 37, 40	10, 14 35, 40	1, 35 19, 39
	2	-		-	10, 1 29, 35	-	35, 30 13, 2	-	5, 35 14, 2	-	8, 10 19, 35	13, 29 10, 18	13, 10 29, 14	26, 39 1, 40
	3	8, 15 29, 34	-		-	15, 17 4	-	7, 17 4, 35	-	13, 4 8	17, 10 4	1, 8 35	1, 8 10, 29	1, 8 15, 34
	4	-	35, 28 40, 29	-		-	17, 7 10, 40	-	35, 8 2, 14	-	28, 10	1, 4 35	13, 14 15, 7	39, 37 35
	5	2, 17 29, 4	-	14, 15 18, 4	-		-	7, 14 17, 4	-	29, 30 4, 34	19, 30 35, 2	10, 15 36, 28	5, 34 29, 4	11, 2 13, 39
	6	-	30, 2 14, 18	-	26, 7 9, 39	-		-	-	-	1, 18 35, 36	10, 15 36, 37	-	2, 38
	7	2, 26 29, 40	-	1, 7 4, 35	-	1, 7 4, 17	-		-	29, 4 38, 34	15, 35 36, 37	6, 35 36, 37	1, 15 29, 4	28, 10 1, 39
	8	-	35, 10 19, 14	19, 14	35, 8 2, 14	-	-	-		-	2, 18 37	24, 35 35	7, 2 35	34, 28 35, 40
	9	2, 28 13, 38	-	13, 14 8	-	29, 30 34	-	7, 29 34	-		13, 28 15, 19	6, 18 38, 40	35, 15 18, 34	28, 33 1, 18
	10	8, 1 37, 18	18, 13 1, 28	17, 19 9, 36	28, 10	19, 10 15	1, 18 36, 37	15, 9 12, 37	2, 36 18, 37	13, 28 15, 12		18, 21 11	10, 35 40, 34	35, 10 21
	11	10, 36 37, 40	13, 29 10, 18	35, 10 36	35, 1 14, 16	10, 15 36, 28	10, 15 36, 37	6, 35 10	35, 24	6, 35 36	36, 35 21		35, 4 15, 10	35, 33 2, 40

Princípios inventivos sugeridos

Figura 2.6 - Exemplo de aplicação da Matriz das Contradições

Na Figura 2.6 podemos observar que ao tentar melhorar o parâmetro 7 existem vários parâmetros que pioram, mas o identificado foi, por exemplo, o parâmetro 11. Para resolver esta contradição, a matriz sugere que se utilizem os princípios inventivos número 6, 35, 36 ou 37, presentes na Tabela 2.3.

2.2.3.2. Matriz de Idealidade

Segundo Navas (2013), a Matriz de Idealidade é uma excelente ferramenta da metodologia TRIZ que ajuda a identificar interações entre requisitos técnicos, auxiliando na distinção entre interações com efeitos negativos ou com efeitos positivos. Neste tipo de matriz, não existem tópicos pré-definidos, ou tabelas a seguir. Os parâmetros a serem analisados são escolhidos pelo utilizador. Para uma melhor percepção deste tipo de matriz, de seguida, expõe-se um exemplo.

Considerando um projeto de um fogão de campismo, foram recolhidos os requisitos junto dos clientes. Percebeu-se que os mais importantes seriam: volume, peso, tempo de duração da chama, nível de ruído, tempo necessário para ferver água, a capacidade da botija, autonomia da botija no máximo de consumo e a quantidade de água fervida por unidade de gás. Aplicaram-se esses parâmetros numa Matriz de Idealidade, exposta na Tabela 2.4.

Tabela 2.4 - Exemplo de aplicação da Matriz da Idealidade
(Adaptado de Navas, 2013)

Parâmetro	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
1. Volume		+			-	-	-	
2. Peso	+				-	-	-	
3. Tempo de duração da chama					+			
4. Nível de ruído								
5. Tempo necessário para ferver água	-	-	+				-	+
6. Capacidade da botija	-	-	+		+		+	+
7. Autonomia da botija no máximo de consumo	-	-			-	-		-
8. Quantidade de água fervida por unidade de gás	-	-			+	+	-	

Na Matriz acima, pode-se reparar nas várias interações que os parâmetros têm entre si. Têm-se as interações positivas ou benéficas (+), as interações negativas ou prejudiciais (-) e ainda, as que não possuem qualquer interação (a vazio). A cinzento estão células bloqueadas porque os parâmetros não podem ter interações consigo próprios. Por exemplo, a redução do peso conduzirá a uma redução de volume (interação positiva), mas tem como consequências negativas (interações negativas) no tempo necessário para ferver a água, na capacidade da botija e na autonomia da botija (H. V. Navas, 2013).

Depois de determinadas as interações, procede-se ao cálculo da idealidade baseada na Matriz:

$$Idealidade = \frac{\sum(\text{Número de funções úteis})}{\sum(\text{Número de funções prejudiciais})} = \frac{11}{19} \approx 0,579$$

Para aumentar a idealidade será necessário resolver as contradições identificadas durante este processo de Idealidade.

2.2.3.3. Análise Substância-Campo

A Análise Substância-Campo é uma das principais ferramentas analíticas da metodologia TRIZ, com vista à resolução de problemas técnicos. É um conjunto de modelos gráficos, utilizados para modelar as partes mais importantes de processos tecnológicos e de sistemas técnicos para um problema específico, apoiando na identificação do núcleo do problema relacionado com o sistema em estudo. Os modelos e análises Substância-Campo, criados por Altshuller, proporcionam uma rápida e simples descrição das atividades e suas interações (Savransky, 2000).

Na Análise Substância-Campo, um sistema é representado através de triângulos, cujos vértices podem representar, substâncias (objetos, componentes, entre outros) ou campos (ações ou interações). A Figura 2.7 exibe a representação gráfica geral de sistemas técnicos, com duas substâncias (S1 e S2) e um campo (F). Segundo Savransky (2000), S1 representa um produto ou um objeto por manipular e S2 a ferramenta necessária para tal. Para completar o triângulo, adiciona-se F, que atua sobre as substâncias. Este pode ser mecânico (ME), químico (C), térmico (T), elétrico (E), gravitacional (G), entre outros.

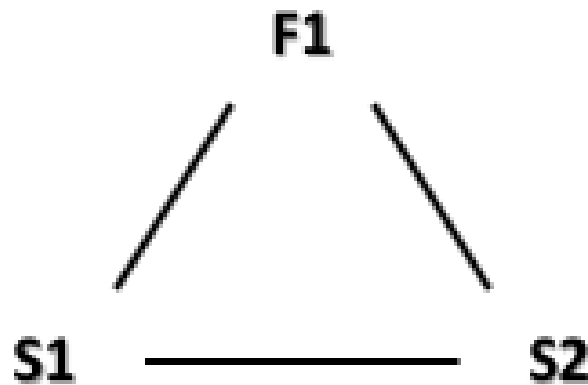


Figura 2.7 – Sistema em funcionamento completo de acordo com a metodologia TRIZ
(adaptado de Savransky, 2000)

Como se pode observar na Figura 2.7, qualquer sistema que funcione adequadamente pode ser representado segundo este tipo de triângulos. Esta ferramenta permite um melhor mapeamento de todos os componentes de um sistema e apoia na detecção de problemas sem adicionar detalhes desnecessários. Sabendo que sistemas mais complexos são representados pela conjugação de vários triângulos, o processo de construção destes modelos assenta nas seguintes etapas (Navas, 2013):

1. Pesquisa de Informação disponível
2. Elaboração do diagrama Substância-Campo
3. Identificação da situação problemática
4. Escolha de uma solução genérica (solução padrão)
5. Desenvolvimento de uma solução específica para o problema

A simbologia utilizada nos diagramas Substância-Campo espelha o tipo de interações que existem entre diferentes matérias de um sistema. A simbologia é universal e conta com diferentes tipos de linhas de conexão, cada uma com o seu significado, como se pode constatar na Figura 2.8.

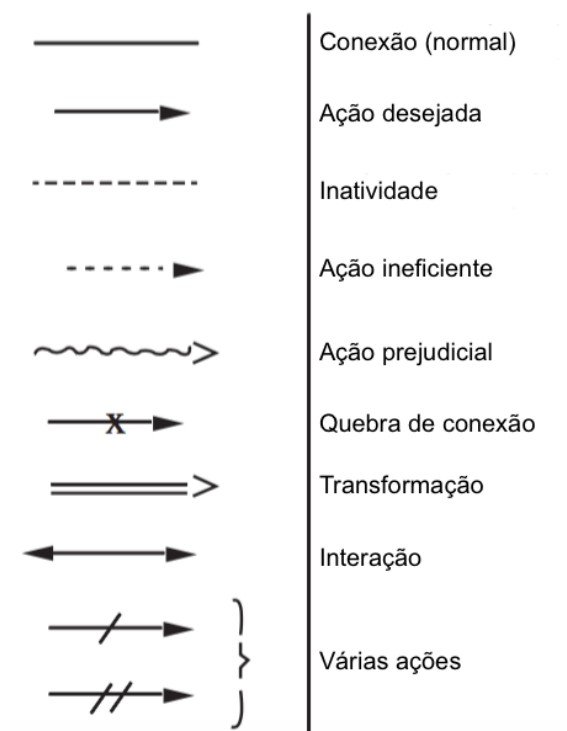


Figura 2.8 - Simbologia utilizada nos modelos Substância-Campo
(adaptado de Savransky 2000)

A utilização destes modelos, tendo em conta a simbologia apresentada na Figura 2.8, melhora a percepção geral do sistema e também dos problemas associados ao seu desempenho. Na deteção de problemas, existem diferentes situações problemáticas genéricas:

- **Situação problemática 1:** O sistema tem de ser completado, não existindo um triângulo nesta situação. Esta situação traduz a não ocorrência do efeito desejado. Nas Figuras 2.9 e 2.10, são apresentados, como exemplo, um sistema incompleto por falta de um campo e um sistema incompleto por falta de uma substância, respetivamente.



Figura 2.9 - Sistema incompleto, inexistência do campo "F"
(Adaptado de Savransky 2000)

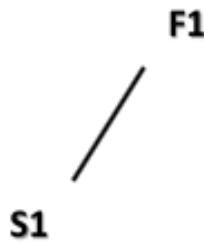


Figura 2.10 - Sistema incompleto, inexistência de substância "S2"
(Adaptado de Savransky 2000)

- **Situação problemática 2:** Neste caso tem-se um sistema completo com uma interação entre substâncias prejudicial, pelo que será necessário eliminar a consequência negativa e, conseqüentemente, resolver o problema. Um exemplo deste tipo de sistema é exposto na Figura 2.11.



Figura 2.11 - Sistema Incompleto com efeito prejudicial
(Adaptado de Savransky 2000)

- **Situação problemática 3:** Esta situação traduz um sistema que, apesar de completo, funciona ineficientemente (ilustrado na Figura 2.12) Enquanto que na situação problemática 2 a interação entre substância era considerada nociva, nesta situação verifica-se que a interação entre as substâncias é ineficiente.

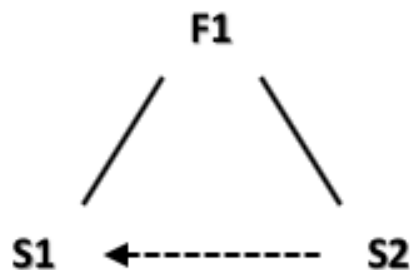


Figura 2.12 - Sistema completo ineficiente ou insuficiente
(Adaptado de Savransky 2000)

Para resolver problemas sem que seja necessário identificar contradições, utilizam-se as 76 soluções padrão desenvolvidas por Altshuller. Estas soluções são utilizadas para corrigir interações indesejadas entre as diversas partes de um sistema que, segundo Miller et al. (2000), foram agrupadas por Altshuller em 5 classes:

- Classe 1: **melhorar o sistema com pouca ou nenhuma alteração**. Esta classe inclui 13 soluções padrão.
- Classe 2: **melhorar o sistema com alterações no próprio**. Ao todo, são propostas 23 soluções padrão nesta classe.
- Classe 3: existem 6 soluções padrão para auxiliar nas **transições de sistema**, ou seja, torná-lo um supersistema ou subsistema.
- Classe 4: para se efetuar uma **medição e detecção** de algo dentro de um sistema, existem 17 soluções padrão.
- Classe 5: são 17 soluções padrão que incluem **estratégias de simplificação e melhoria**.

De uma forma geral, as 76 soluções padrão podem ser condensadas em apenas sete (H. V. Navas, 2013). De seguida, são referidas as 7 soluções padrão para a Análise Substância-Campo:

- **Solução Padrão 1:** Esta solução padrão vem resolver a solução problemática 1, observada anteriormente. Para tal, bastará adicionar os elementos em falta até se verificarem as interações entre duas substâncias e um campo, ou seja, completar um diagrama substância-campo. Na Figura 2.13 observa-se a adição de um campo.

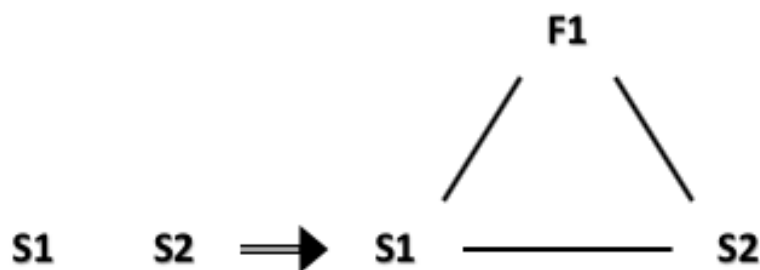


Figura 2.13 - Solução geral 1
(Adaptado de Savransky 2000)

As próximas soluções padrão apresentadas dizem respeito à resolução de problemas, tendo a solução problemática 2 como base do problema.

- **Solução Padrão 2:** Consiste em modificar ou em substituir a substância “S2” com vista à redução ou eliminação da interação prejudicial, conforme se pode verificar na Figura 2.14.



Figura 2.14 - Solução geral 2
(Adaptado de Savransky 2000)

- **Solução Padrão 3:** Muito semelhante à solução padrão 2. Com vista ao mesmo objetivo, nesta solução padrão 3 existem modificações em S1, como representado na Figura 2.15.

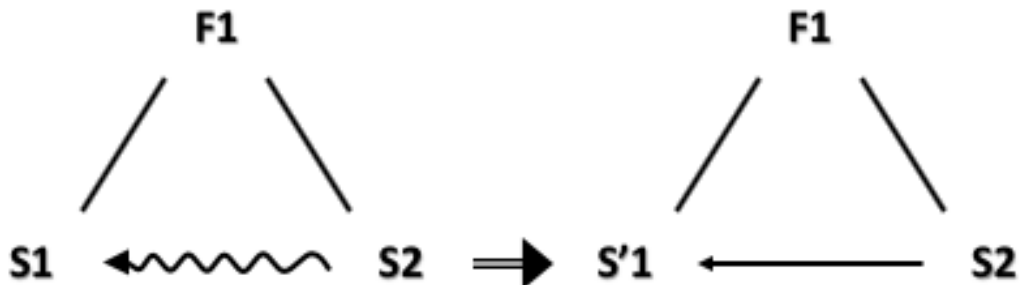


Figura 2.15 - Solução geral 3
(Adaptado de Savransky 2000)

- **Solução Padrão 4:** De forma a reduzir ou a eliminar o impacto negativo da interação, esta solução passa por modificar o campo, mantendo as mesmas substâncias (Figura 2.16). O campo pode ser aumentado, reduzido de forma tornar-se mais eficiente ou completamente removido e substituído por outro.



Figura 2.16 - Solução geral 4
(Adaptado de Savransky 2000)

- **Solução Padrão 5:** Esta solução propõe a adição de um campo contrariável “ F_x ” com o objetivo de eliminar, neutralizar ou isolar o impacto prejudicial da interação. Como apresentado na Figura 2.17, nesta solução as substâncias S1 e S2 e o campo F não sofrem mudanças nas suas características.

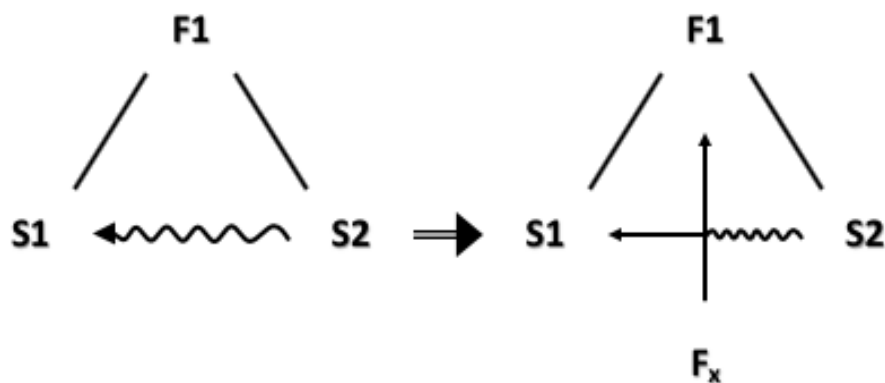


Figura 2.17 - Solução geral 5
(Adaptado de Savransky 2000)

- **Solução Padrão 6:** A adição de mais um campo “ $F+$ ”, capaz de operar simultaneamente com o campo e substâncias já existentes, como mostra a Figura 2.18, tem como propósito o aumento da eficiência do sistema, reduzindo os efeitos nocivos no mesmo.

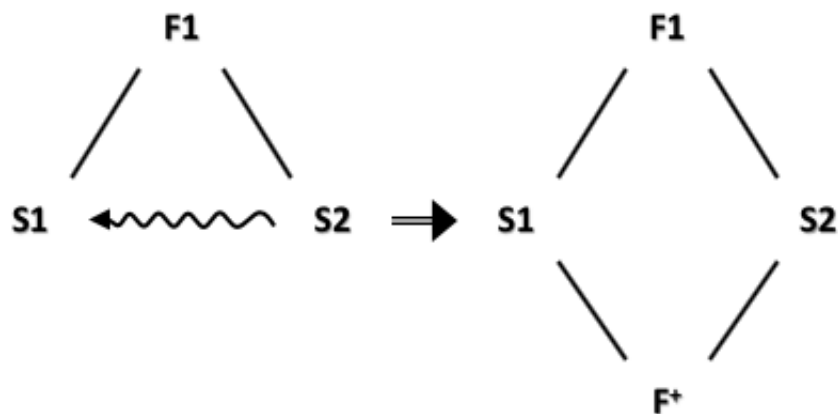


Figura 2.18 - Solução geral 6
(Adaptado de Savransky 2000)

- **Solução Padrão 7:** Esta solução propõe expandir o modelo Substância-Campo para um modelo em cadeia, com a adição de uma substância S3 que interaja com os campos F1 e F2. A substância S2 interage indiretamente com S1, com recurso à nova substância S3, como apresentado na Figura 2.19.

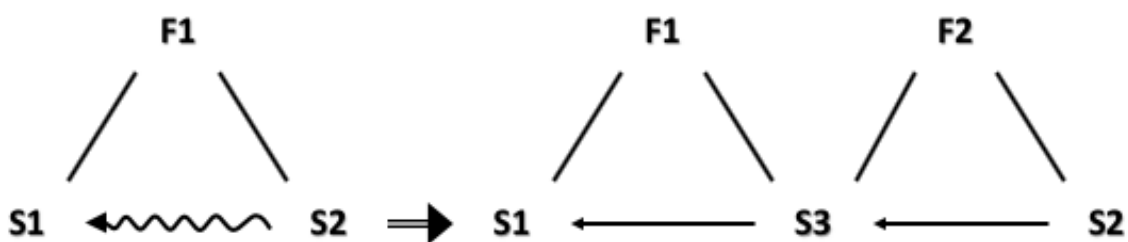


Figura 2.19 - Solução geral 7
(Adaptado de Savransky 2000)

2.3. Outras Metodologias

Neste subcapítulo são apresentadas algumas metodologias, que em conjunto com as anteriores, apoiam na identificação de oportunidades de melhoria e na respetiva análise das mesmas. Apesar de existirem muitas outras, será dada importância apenas às ferramentas de apoio utilizadas neste estudo: *Brainstorming* e Diagrama de Ishikawa.

2.3.1. *Brainstorming*

O *brainstorming* é uma ferramenta, onde se dá grande importância ao trabalho de equipa, utilizada na geração e discussão de ideias criativas e, também, numa eventual decisão face ao tema em questão. Além da recolha de ideias, estas sessões têm por objetivo envolver todos os presentes no reconhecimento e resolução dos problemas.

Segundo Pereira & Requeijo (2012), estas sessões podem compreender três fases: a apresentação, por parte dos membros do grupo, de ideias face a um determinado tema; depois de apresentadas as ideias, são revistas por todos, podendo eliminar-se, ou não, algumas delas; por fim, selecionam-se as ideias, tendo em conta as prioridades da organização.

Apesar de uma sessão de *brainstorming* encorajar a transmissão livre e aberta de ideias, esta deve ter alguma estrutura pré-definida. As sessões que não têm estrutura, podem tornar-se confusas e improdutivas, exatamente o contrário do pretendido – esforços de melhoria. Uma boa maneira de evitar o caos durante uma sessão, passa por focar os participantes numa questão ou problema e recolher as respostas individualmente e sequencialmente. Todas as ideias devem ser tidas em conta, sem nunca, numa primeira fase, descartar qualquer uma destas.

2.3.2. Diagrama de Ishikawa

O diagrama de Ishikawa, também conhecido como diagrama de causa-efeito, desenvolvido por Kaoru Ishikawa, procura relacionar os problemas (efeitos) com as causas. Este deve ser utilizado após a identificação de um problema que mereça um estudo mais aprofundado. O desenvolvimento do diagrama carece de trabalho em grupo que, segundo Requeijo (2012), deve passar pelas seguintes fases:

- **Definição clara do problema:** evitar problemas generalistas porque mais gerais serão as causas, tornando a análise e resolução do problema mais complicada. Assim, durante a sessão, devem ser discutidos os contornos e atributos do problema com o objetivo de ser o mais exato possível.
- **Identificação das causas do problema:** podem ser classificadas a vários níveis, dependendo do detalhe da análise realizada. Existem as chamadas causas gerais (os 6M), aplicadas sobretudo a processos produtivos, representando a mão-de-obra, métodos, meio, máquinas, materiais e medições. No entanto, a utilização dos 6M não é obrigatória, podendo a equipa recorrer a outra classificação que melhor se adegue à situação. Cada causa pode ser subdividida tantas vezes quanto necessárias, idealmente até ao quarto nível. Completa-se o diagrama, considerando que as causas gerais são afetadas pelas sub-causas, convergindo na sua totalidade para o problema, ou efeito, como é possível observar-se na Figura 2.20.

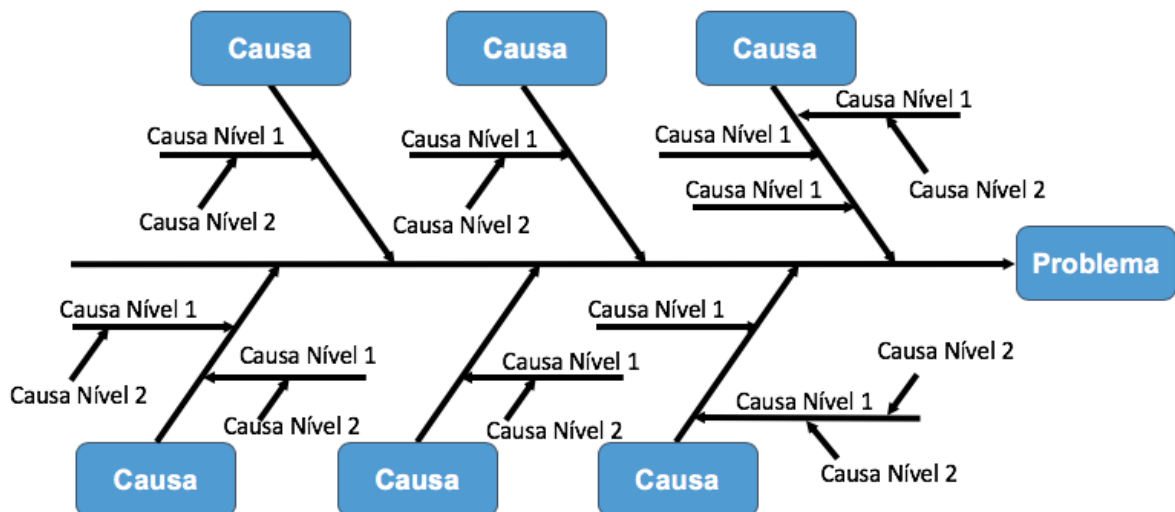


Figura 2.20 - Exemplo genérico de um diagrama de Ishikawa

- **Seleção das causas mais prováveis:** terminado o diagrama, analisam-se e seleccionam-se as causas que têm maior probabilidade de estar na origem do problema. Nesta fase, pode ser realizado um voto individual com toda a equipa ou recorrer-se a uma discussão direta com a equipa de gestão.
- **Definir e implementar melhorias:** definem-se as medidas corretivas para a eliminação das causas do problema em estudo.
- Avaliação das medidas corretivas.

Tendo em conta que as organizações procuram agir sobre as causas-raiz e não sobre os problemas, esta é uma boa ferramenta que, apesar de qualitativa, pode ajudar na tomada de decisões face às possíveis causas dos problemas.

3. Proposta de Modelo de aplicação do *Lean* e do TRIZ na melhoria de processos

Neste capítulo é apresentada a proposta de modelo desenvolvida neste trabalho, cujo objetivo visa a melhoria de processos na área de expedição e recepção de um armazém, baseado nos fundamentos e ferramentas da filosofia *Lean* e metodologia TRIZ. Consequentemente, a aplicação de um modelo desta natureza permite aumentar a eficiência do espaço e a produtividade do armazém.

A pertinência do desenvolvimento de um modelo com estes objetivos está associada à necessidade das empresas de aumentarem a sua competitividade e eficiência, podendo esta ser obtida através de redução de custos e eliminação de atividade sem valor acrescentado.

3.1. Descrição do Modelo

Para a construção do presente modelo, que visa a melhoria dos processos num armazém, procedeu-se a uma vasta pesquisa bibliográfica na literatura de referência sobre metodologias de resolução de problemas em processos logísticos. Nesta pesquisa foram tidas em consideração as várias filosofias e metodologias existentes atualmente que melhor se adequassem a contexto de armazém. De entre as várias metodologias consultadas, encontram-se duas entre as mais bem documentadas: a filosofia *Lean* e a metodologia TRIZ.

A filosofia *Lean* teve o seu desenvolvimento no Japão, na década de 50 do século XX, na fábrica de automóveis Toyota pela mão do Engenheiro Taiichi Ohno, assente essencialmente na eliminação dos desperdícios dos processos produtivos. Atualmente a filosofia *Lean* encontra-se vastamente documentada, e reúne grande consenso junto da comunidade científica e do meio empresarial, com provas dadas da sua aplicabilidade na eliminação de atividades sem valor acrescentado. Para além disto, a *Lean* é uma filosofia de fácil entendimento que, através das suas ferramentas, pode ser aplicada em praticamente todos os contextos. Esta filosofia permite, também, identificar facilmente os problemas e encontrar soluções diretas para os mesmos, com resultados visíveis e quase imediatos.

A metodologia TRIZ caracteriza-se por ser um conjunto de ferramentas que permitem encontrar soluções criativas e inovadoras para os problemas, que normalmente não são possíveis através de métodos tradicionais de engenharia ou gestão. Esta metodologia é também de fácil aplicabilidade e entendimento para os seus utilizadores, estando orientada para o ser humano.

Estas duas metodologias, que segundo a bibliografia consultada são adequadas para a resolução de problemas em contexto de armazém, em associação permitem identificar os problemas num dado processo e encontrar soluções criativas, sendo por isso uma das razões

para se encontrarem na génese do desenvolvimento do modelo. A combinação das ferramentas analíticas do *Lean* com a capacidade criativa do TRIZ permite proporcionar ganhos importantes na eficiência e produtividade de uma organização (H. Navas, 2015).

O modelo desenvolvido divide-se em três fases que devem ser aplicadas sequencialmente, de modo a garantir a exequibilidade do modelo, uma vez que as etapas consequentes têm como *input*, o *output* das etapas anteriores. As várias fases são:

- Diagnóstico e Análise das oportunidades de melhoria
- Desenvolvimento e Aplicação de propostas de melhoria
- Análise dos resultados e Monitorização das propostas de melhoria

Critérios de aplicabilidade

De modo a que seja possível o modelo ser aplicado nas empresas, é necessário que estas respeitem determinados padrões e critérios que possibilitem a aplicabilidade do mesmo, apesar deste ser um procedimento passível de ser aplicado em diversos contextos. Orientação da empresa para um ambiente de melhoria contínua, ou em fase de implementação do mesmo; identificação *a priori* de problemas na zona de receção/expedição do armazém; e existência de sistema de gestão que permitam a extração de dados para análise são os critérios base para a aplicação do modelo.

Diagnóstico e Análise das oportunidades de melhoria

Nesta fase o objetivo prende-se com a identificação de todas as oportunidades de melhoria que existem no processo/sistema em estudo. Esta identificação deverá ser feita com recurso a ferramentas tradicionais de análise de dados, originalmente associadas à qualidade, e a ferramentas do *Lean*:

- Observações diretas dos procedimentos
- Sessões de *brainstorming* com os colaboradores do *shopfloor*
- Inquéritos por questionário
- Aplicação da metodologia 5S

Depois de identificados os vários problemas, deverá proceder-se a uma triagem das oportunidades de melhoria com maior impacto para a operação, tendo por base os resultados das ferramentas seguintes:

- Análise de dados – no caso de identificados alguns problemas, através das ferramentas utilizadas na fase anterior, que mereçam uma análise mais cuidada.
- Diagrama de Pareto
- Diagrama Causa-Efeito (espinha de peixe)

A subetapa seguinte consiste na seleção final das oportunidades de melhoria com maior impacto e mais relevantes para a organização, tendo por base a seguinte atividade:

- Sessões de *Brainstorming* com a equipa de gestão

Na Figura 3.1 encontra-se resumida a etapa de Diagnóstico e Análise de Oportunidades de Melhoria.

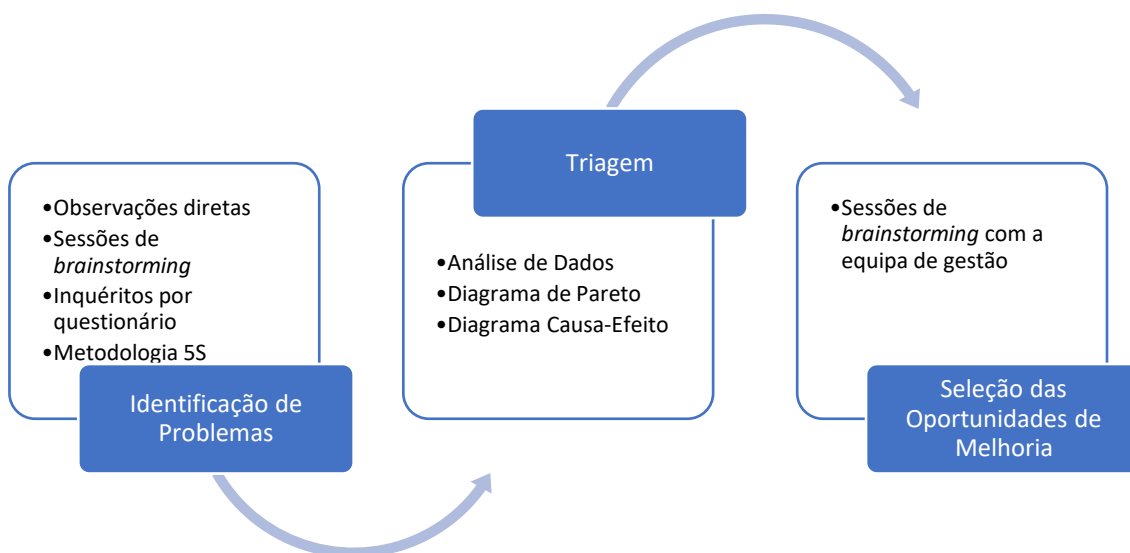


Figura 3.1 - Esquema representativo da fase de diagnóstico e análise do modelo

Desenvolvimento e Aplicação de propostas de melhoria

Tendo em conta as oportunidades de melhoria selecionadas na etapa anterior, nesta etapa deverão ser desenvolvidas as propostas de melhoria para a resolução das mesmas. As soluções para as oportunidades de melhoria identificadas pela metodologia 5S são diretas, e prendem-se com a implementação de processos base de arrumação, limpeza e organização do espaço de trabalho.

As oportunidades de melhoria identificadas pelas outras metodologias, como as sessões de *brainstorming* ou pelos resultados dos questionários deverão passar pelo crivo das metodologias TRIZ, Análise substância-campo e Matriz das Contradições, cujo resultados deverão indicar a solução mais favorável para o problema identificado.

Análise dos Resultados e Monitorização das propostas de melhoria

A última etapa do procedimento passa por monitorizar as propostas de melhoria implementadas na organização, através de auditorias, implementação e acompanhamento de Indicadores de Desempenho, garantindo que estas continuem a ser aplicadas a médio-longo prazo, de forma eficaz e eficiente.

Numa abordagem de melhoria continua, este procedimento deverá ser repetido de forma periódica assegurando a melhoria dos processos até que estes atinjam um estado de excelência operacional.

Na Figura 3.2 encontra-se, de forma resumida e gráfica, a estrutura simplificada do modelo onde se encontram as várias etapas, e as ferramentas utilizadas em cada fase.

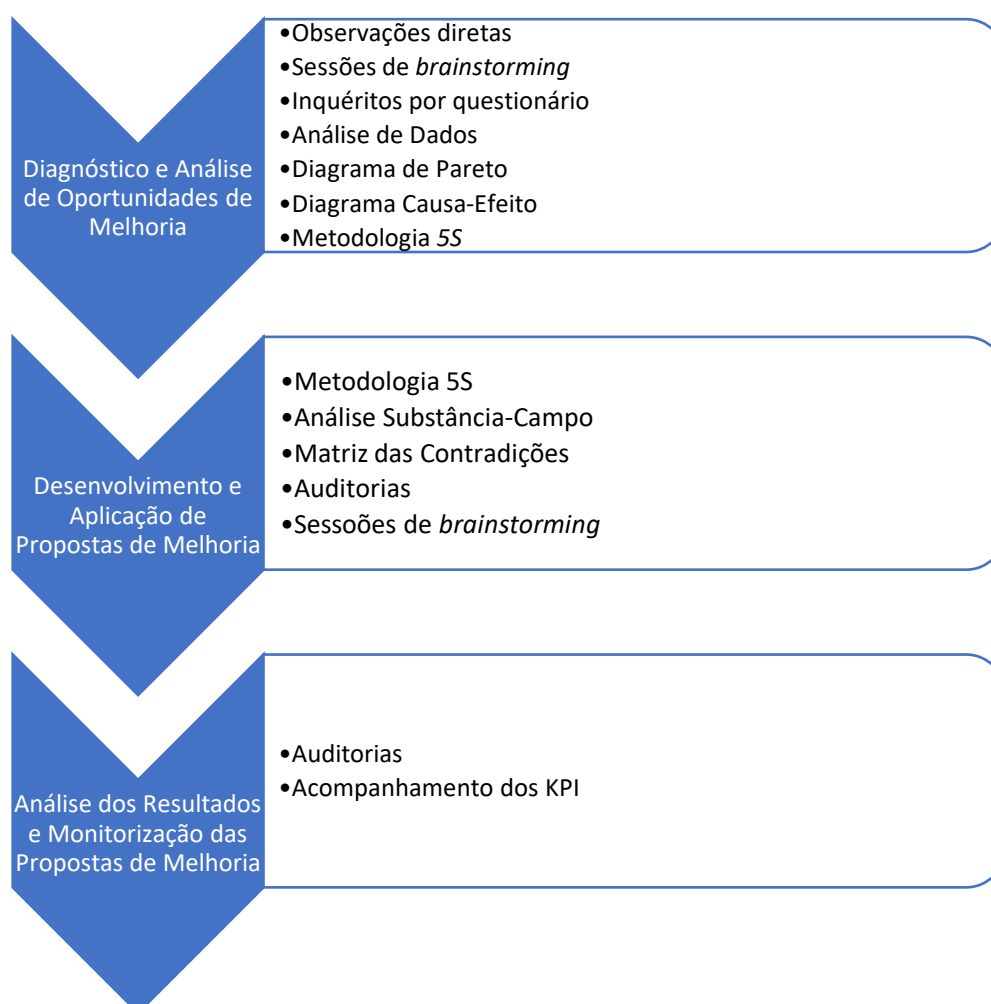


Figura 3.2 – Esquema sumário do modelo proposto

4. Estudo de Caso: Luís Simões

Neste capítulo será apresentada a Empresa onde foi desenvolvido o estudo, referindo aos centros de operações, o armazém e a área que foi analisada. Para finalizar, será exposta a fase de diagnóstico e análise de oportunidades de melhoria.

4.1. Caracterização da Empresa

O início da Empresa Luís Simões remonta a 1930 quando Fernando Luís Simões começou a utilizar a sua carroça para transportar legumes e hortaliças, produzidas pela sua família, para os mercados abastecedores de Lisboa. Poucos anos passados, decidiu tirar a carta de condução de veículos pesados e, posteriormente, comprar um veículo desta categoria. Fundou então, esta empresa que, durante muitos anos, se dedicou inteiramente ao transporte, através dos seus veículos.

Durante a década de 1980, alarga o seu negócio de prestação de serviços de transporte a Espanha. Dez anos depois, a empresa dá um grande passo – aumenta o seu negócio, começando a prestar também serviços de logística.

Hoje em dia, a Luís Simões tem como núcleo de negócio os serviços prestados em logística e transporte, assumindo uma posição de elevada responsabilidade ao atuar como elo na cadeia de abastecimento. É uma das maiores operadoras logísticas a nível ibérico e líder no sector dos transportes rodoviários de mercadorias em Portugal.

Além dos serviços de transporte e logística, a Luís Simões fornece outros tipos de serviços como a manutenção de veículos, *rent-a-cargo* e corretagem de seguros. O portefólio de serviços prestados na área da logística conta com a armazenagem, *picking*, logística inversa e atividades de valor acrescentado (*co-packing*).

Valores, Missão e Objetivos

A Luís Simões tem como objetivo ser a referência ibérica em termos de qualidade dos serviços prestados nos sectores da Logística e dos Transportes. Para tal, pretende garantir soluções eficientes e competitivas, promovendo a satisfação dos clientes e da sociedade, do ponto de vista social, económico e ambiental.

Com uma média de 840 rotas diárias e contando com um vasto número de clientes, a Luís Simões coloca as expectativas dos clientes nos seus valores:

- **Ambiente:** melhorar continuamente o desempenho ambiental da empresa.

- **Confiança:** fomentar o respeito entre todos os trabalhadores, clientes e fornecedores.
- **Inovação:** incentivar a estruturação de novos processos, a aquisição de novas tecnologias, fazendo face à competitividade.
- **Lealdade:** o interesse da empresa deve estar acima de qualquer interesse pessoal.
- **Orientação para o cliente:** a vontade de superar as expectativas dos clientes através de soluções inovadora.
- **Património:** manter a qualidade de todo o seu património, garantindo a valorização e respeito de todos, enobrecendo os vários postos de trabalho.
- **Respeito pelas pessoas:** qualificar continuamente todos os colaboradores.
- **Segurança:** assegurar as melhores condições de trabalho de todos os colaboradores.
- **Sustentabilidade:** uma conduta transparente, social e eticamente responsável fazem parte das bases para um desenvolvimento sustentado.

Os valores acima referidos são incutidos aos mais de 2500 colaboradores da Empresa, distribuídos por todas as infraestruturas da mesma.

Distribuição Geográfica e Funcional

De forma a conseguir responder eficazmente à sua vasta rede ibérica, a Luís Simões depende de todos os seus recursos humanos e dos seus centros e plataformas estrategicamente localizados ao longo da Península Ibérica:

- **10 Centros de Operações de Transporte**, dos quais, 4 são em Portugal. Dentro de um Centro de Operações de Transporte (COT) é gerida e explorada a frota com cerca de 2100 viaturas que a Luís Simões dispõe.
- **25 Centros de Operações Logísticas**, 13 em Portugal. Nos Centros de Operações Logísticas (COL's) decorrem todas as operações inerentes à Logística, como por exemplo, a receção de carga, armazenagem, *picking* e expedição. Nestes centros, também são muitas vezes geridas as atividades de transporte, como é o caso da elaboração de rotas.

- 34 **Plataformas de Cross-Docking**, 3 destas em Portugal. Nestas plataformas, são realizadas as operações de passagem de cais, nas quais as paletes, idealmente, não permanecem mais que 24 horas. Existem passagens de cais nos COL's, não contabilizados neste total.
- 9 **Centros de Co-Packing** distribuídos por toda a Península Ibérica, inseridos nos armazéns de certos COL's.

A rede Ibérica contruída pela Luís Simões é vasta, como se pode visualizar na Figura 4.1. Nesta podem-se observar os vários centros e plataformas descritos acima e ainda, outros tipos de infraestruturas que não foram referidos, por serem de menor importância.

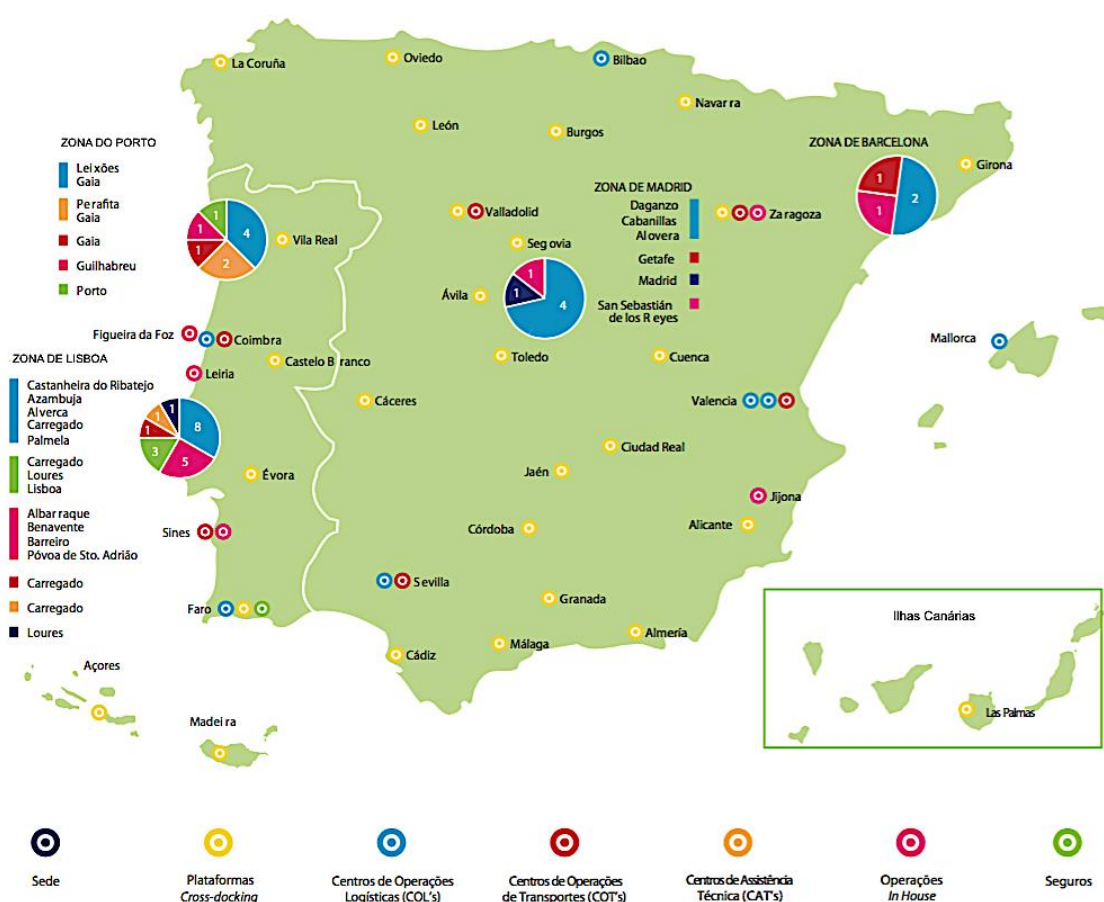


Figura 4.1 - Distribuição Ibérica das infraestruturas da Luís Simões
(Adaptado do mapa do relatório de sustentabilidade com a península ibérica)

Como é possível identificar na Figura 4.1, a Luís Simões depende de 4 zonas nucleares para o seu bom funcionamento diário. São elas as zonas de Lisboa, Porto, Madrid e Barcelona. Dentro da zona de Lisboa encontra-se o Centro de Operações Logísticas mais importante em Portugal, fixado no Carregado.

4.2. Centro de Operações Logísticas do Carregado

Inaugurado na década de 90, tornou-se desde logo uma instalação de referência na Península Ibérica, à época. Atualmente, além das operações logísticas, estão concentradas as operações de transportes, *cross-docking*, logística inversa e de seguros neste centro. Este COL tem um armazém, considerado um armazém-chave a nível nacional, onde são geridos, na sua maioria, produtos alimentares e bebidas. Este armazém é conhecido por C1 (Carregado nº1).

De forma a aumentar a capacidade de resposta e de armazenagem da empresa, em 2008 foi inaugurado um segundo COL, no complexo do Carregado. Neste está inserido um outro armazém (C2), de produtos não alimentares, o qual está dotado de equipamento automatizado.

Ambos os armazéns destes COL's dependem de subcontratação de operadores de armazém, de forma a que a Luís Simões garanta o seu nível de serviço para com os seus clientes.

A presente dissertação foi realizada com base num estudo no armazém C1.

4.2.1. Armazém C1

O Armazém C1 tem uma área com cerca de 30000 m², é um armazém de fluxo quebrado e os seus 50 cais, dos quais 13 em ambiente frio, são utilizados tanto para rececionar, como para expedir. É caracterizado por ser um armazém em que, na sua quase totalidade, tem apenas produtos alimentares e bebidas. O restante espaço de armazenagem é ocupado por um cliente do ramo não alimentar e por material relativo a uma atividade de valor acrescentado. O C1 está dividido em três zonas distintas de armazenagem. A zona de temperatura ambiente com cerca de 15000 m², a zona de ambiente controlado (entre 15°C e 18°C) que dispõe de aproximadamente 2600 m² e ainda, a zona refrigerada ou fria (entre os 0°C e os 14°C), com sensivelmente 5600 m². Estas três zonas podem ser observadas na Figura 4.2, onde a verde está a zona fria, a vermelho a zona de ambiente controlado e com a cor azul, a zona de armazenagem à temperatura ambiente. A armazenagem é feita em *rack* convencional em todas as três zonas, contando com mais de 30000 lugares de palete.

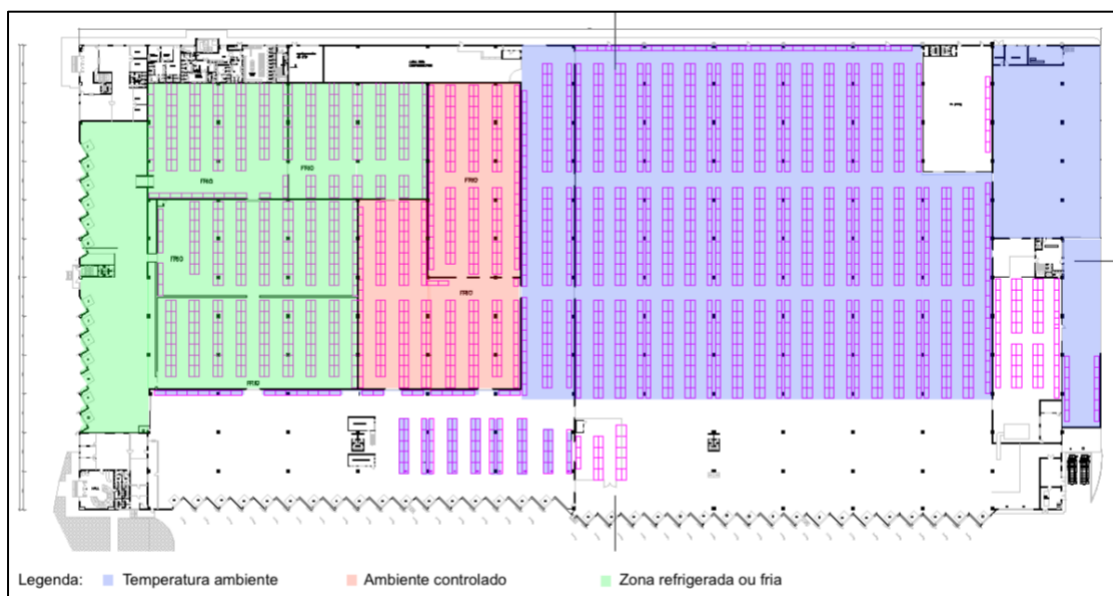


Figura 4.2 - Zonas de Armazenagem no armazém C1

Além das zonas de armazenagem, o C1 conta com zonas reservadas para as restantes atividades que decorrem diariamente. Na Figura 4.3 são assinaladas, através de diferentes cores, as áreas ocupadas pelas diversas atividades. Dispõe uma zona reservada para as operações de um cliente específico, representada com cor cinzenta, a sala das máquinas de manuseamento de carga em armazém, assinalada com cor azul e também, as zonas de escritórios que, apesar de exteriores ao armazém, estão assinaladas com a cor laranja. Outras duas áreas apresentadas na Figura 4.3 são a zona da Logística Inversa, que gere os retornos (a carga expedida que, posteriormente, é retornada) que chegam diariamente e a zona das operações relacionadas com o *Co-packing*. Estas duas áreas estão apresentadas com as cores amarelo e verde, respetivamente.



Figura 4.3 - Outras zonas do Armazém

Além destas áreas/zonas assinaladas nas duas figuras acima (Figura 4.2 e Figura 4.3), existe uma outra área crucial no Armazém C1: A Placa principal do mesmo.

A Placa do Armazém C1

A placa é uma zona ampla dentro do armazém com cerca de 5800m², de frente aos cais, onde as paletes costumam estagiar entre a receção e armazenagem, e a preparação da expedição e a expedição. Nesta área, as paletes são colocadas em filas em linha com os cais. A zona refrigerada, além de cais tem a sua própria placa, como se pode observar na Figura 4.3 (na zona assinalada a verde). A placa principal, que serviu de base para este projeto, assiste as zonas de temperatura controlada e ambiente e é considerada uma zona crítica para o bom desempenho das operações, que por ali passam, ou que ali se realizam. Na Figura 4.4 pode-se observar esta área, assinalada com a cor azul.

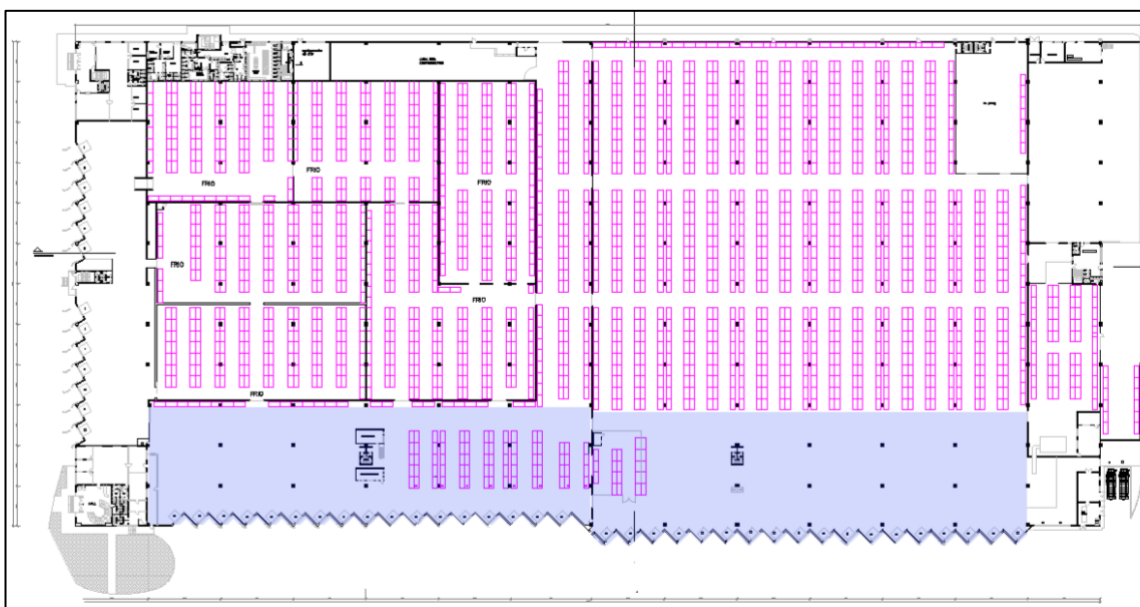


Figura 4.4 - Placa principal do Armazém C1

Uma zona como a placa, deve ser ampla e desocupada, com o mínimo possível de obstáculos. Na Figura 4.4 é possível identificar na placa, da esquerda para a direita as respetivas zonas: contentores que servem de escritórios para os chefes de equipa, *racks* para armazenar paletes à temperatura ambiente e a zona da Logística Inversa, identificada, também na Figura 4.3.

Tendo em conta todas as zonas presentes na placa referidas acima e contabilizando os corredores necessários para que os equipamentos de manuseamento de carga percorram esta zona, sobra, de área útil, cerca de 3400 m².

4.3. Caracterização dos Processos e Procedimentos Internos no Armazém C1

Neste subcapítulo serão explicitados os processos associados a cada operação, ou a cada atividade, considerados mais relevantes no Armazém C1. No armazém decorrem todas as operações básicas de armazenagem ilustradas na Figura 4.5, contando também com as atividades mais importantes, para este caso, a Logística Inversa e o *Co-Packing*.



Figura 4.5 - Fluxo de Processos no Armazém C1

Receção e Conferência

Diariamente dão entrada, no armazém C1, um elevado número de paletes provenientes dos parceiros da Luís Simões, com vista à sua armazenagem no local. A receção de material ocorre todos os dias, principalmente durante o período da manhã. As receções dos artigos são previamente marcadas e negociadas entre os clientes e a Luís Simões, de modo a evitar congestionamentos e sobrecarga na zona dos cais.

A receção dos artigos é caracterizada pela receção física dos artigos em armazém, isto é, descarga das paletes do carro para a zona da placa, sendo dispostas em filas para a facilitar conferência das mesmas. Posteriormente, é então realizada a conferência dos mesmos, por parte dos operadores da Luís Simões, contra a nota de carga que acompanha o transporte dos artigos. Depois de validada esta informação, é dada a entrada no sistema de informação, por via da leitura dos códigos de barra das paletes, que automaticamente aloca e indica a posição de armazenagem das paletes no armazém. Se durante o processo de conferência se detetarem irregularidades na mercadoria, estes deverão ser retirados da paleta, e reservados num local à parte, notificando o cliente que informará da ação a tomar. A paleta deverá ser posteriormente repaletizada, e dá-se continuidade ao processo.

A armazenagem no armazém C1 é feita em paletes do tipo Europaletes (1,2x0,8 m) e, portanto, todas as paletes que não cumpram este requisito deverão ser repaletizadas, de modo a que a armazenagem se faça em segurança, uma vez que as *racks* estão preparadas, exclusivamente, para este tipo de paletes. Outra das condições que deverá ser assegurada é a segurança e estabilidade das paletes, e que caso não se verifiquem, também sofrem o processo de repaletização.

Armazenagem

Depois de as paletes rececionadas serem conferidas, dão entrada no sistema informático de gestão do armazém C1 e este atribui uma localização na zona de armazenagem, para cada uma delas, consoante as regras de armazenagem e do tipo de artigos. A armazenagem é realizada de duas formas:

Através das *racks* convencionais, das quais o armazém está dotado. Para este efeito, o C1 tem mais de 30000 lugares de paleta, do tipo Europaleta. Na Figura 4.6 está apresentado um corredor da zona de armazenagem à temperatura ambiente, onde é possível observar-se este tipo de arrumação em altura.



Figura 4.6 - Armazenagem em rack no Armazém C1

Armazenagem em pilhas de paletes, utilizada apenas nos tipos de artigos mais resistentes. Esta arrumação é feita numa zona exterior à zona de *racks*, assinalada na Figura 4.7.

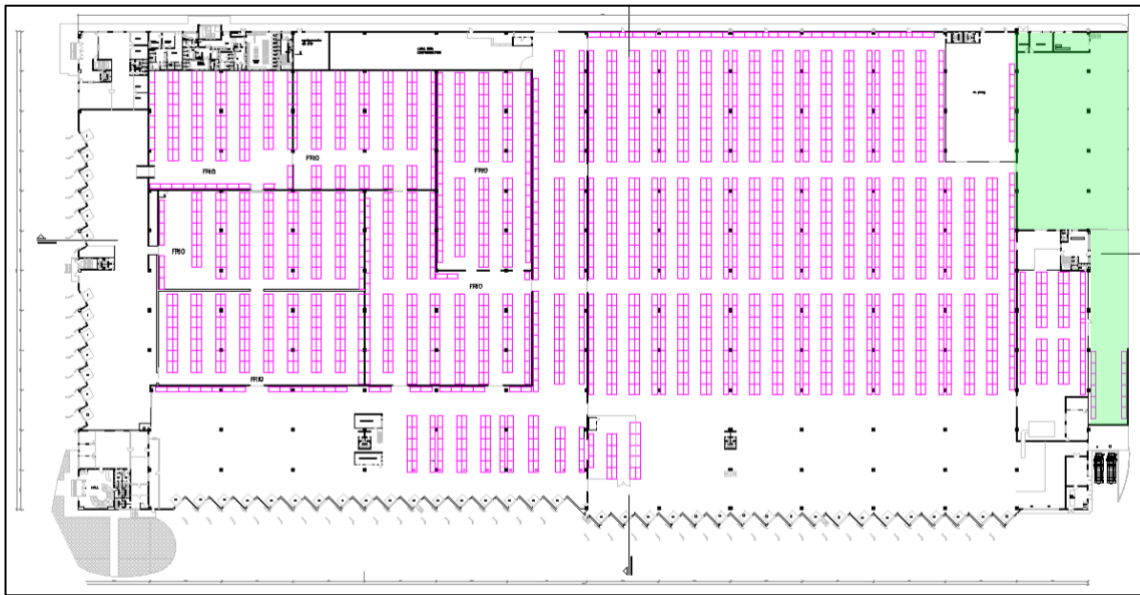


Figura 4.7 - Localização da zona de armazenagem em pilha

Este tipo de armazenagem permite igualmente poupar espaço, assim como a arrumação em *rack*. A grande desvantagem desta forma de armazenagem deve-se ao facto de nem todos os artigos poderem ser sobrepostos. Na Figura 4.8 apresenta-se um exemplo de uma pilha de paletes.



Figura 4.8 - Exemplo de armazenagem em pilha no armazém C1

Picking

A atividade de *picking* é despoletada pela receção de encomendas por parte dos clientes da Luís Simões. No armazém C1, o método de *picking* mais utilizado é o *picking by order*, significando que os operadores de *picking* o vão realizando, encomenda a encomenda.

Apesar de o volume de caixas rececionado e expedido ser muito semelhante, a diferença entre o número de paletes utilizadas para a receção e expedição é enorme, verificando-se um aumento significativo das mesmas na altura da expedição. Esta diferença deve-se à realização do *picking*, o qual está afeto a algumas regras impostas por certos clientes da Luís Simões. As principais regras influenciadoras são:

- **Produto por palete (PPP):** esta regra implica que artigos com diferentes referências sejam colocados em diferentes paletes. Resumindo, por cada palete só pode haver uma referência de artigos.
- **Produto por coluna (PPC):** paletes compostas segundo esta regra, ao contrário da anterior, podem ter diferentes referências por palete. Durante o *picking*, o operador vai colocando os artigos na palete, sabendo que só pode sobrepor artigos com a mesma referência. Podem existir diferentes colunas com a mesma referência, desde que juntas, evitando assim que haja uma grande disparidade de alturas na mesma palete. A quantidade de artigos por palete depende das dimensões dos mesmos, visto que a base da palete é a condicionante.
- **Altura da palete:** com esta regra, os clientes impõem uma altura máxima que a palete, depois de estar acabada, pode ter. Cada cliente tem a sua altura máxima, contando sempre a altura da própria palete.
- **Não sobreposição:** esta regra afeta, somente, o processo de carga do veículo. Muitas vezes, com o intuito de tornar as rotas mais eficientes, sobrepõem-se paletes, de forma a que haja o menor espaço vago possível. Neste processo de sobreposição é tida em conta a capacidade de uma palete poder ser sobreposta ou não (segundo o peso, homogeneidade do topo da palete, tipos de artigos). Se esta regra existir, nenhuma palete pode ser sobreposta.

No caso de uma encomenda não ter regras associadas, o processo *picking* decorre normalmente, tendo em conta a experiência do operador a realizar esta tarefa, conjugando os pesos e volumes dos artigos.

Após concluído o *picking*, filma-se a palete e coloca-se a palete filmada num de dois lugares. Ou fica a estagiar na placa até à sua saída ou é armazenada em *rack* até à preparação da expedição. Esta decisão depende do tempo que resta até à expedição, do espaço na placa e se a palete acabada já tem rota definida ou não, porque geralmente, enquanto se está a realizar o *picking*, as rotas ainda não estão fechadas.

Preparação da Expedição

A preparação da expedição consiste em agrupar na placa, de frente a um cais aleatório, todas as paletes pertencentes a uma determinada rota/veículo. O tempo desta operação é variável e depende de vários fatores, tais como: a localização das paletes em armazém, referentes à rota em causa e do espaço disponível para a agregação. Quando o espaço não é suficiente, existe a necessidade de desviar ou retirar outras paletes que se encontrem no espaço adjacente, de forma a obter o espaço necessário para esta operação. Esta fase do processo, termina com a comunicação do local de agregação das paletes, à equipa de planeamento. Posteriormente, esta informação serve para indicar o cais de carregamento dessa rota.

Geralmente, esta operação ocorre até 1 hora antes da expedição, seguindo a cronologia planeada de carregamentos para esse dia.

Expedição

A expedição corresponde à última etapa do processo e consiste na saída física do produto do armazém, tendo o seu pico entre as 04:00 e 06:00. À hora marcada, o motorista dirige-se à portaria do COL do Carregado para lhe ser concedido acesso às instalações devendo, posteriormente, apresentar-se na receção do C1, onde lhe será indicado o cais onde encostar para o proceder ao carregamento.

Depois de encostado ao cais, o motorista dirige-se ao interior do armazém para proceder à movimentação física das paletes para o interior do carro, sendo responsável por conferir a carga (artigos e quantidades) antes do carregamento da mesma. As rotas designadas por prioritárias, nomeadamente transferências entre COL's, são realizadas por motoristas empregados pela Luís Simões, e a operação de movimentação física das paletes é assegurada por operadores de armazém, garantindo a agilidade e rapidez da operação.

Concluída a movimentação física das paletes para o interior do carro, o motorista deverá dirigir-se novamente à secretaria para o levantamento da documentação necessária para a viagem.

Co-Packing

A atividade de *co-packing* é considerada uma atividade de valor acrescentado e compreende atividades relacionadas com embalagem e etiquetagem de produtos, montagem de expositores e *packs* promocionais.

As atividades de *co-packing* desenrolam-se num local próprio para o efeito, localizado na parte traseira do armazém C1. Conta com uma área de 600m² e uma altura mínima de,

aproximadamente 11m. Conta também com dois espaços reservados na placa, um para a receção de “material em bruto” e outro para expedir o produto acabado. A armazenagem, quando necessário, é feita num corredor destinado para esta operação, corredor KP, com 300 lugares de palete e, numa *rack* dentro do espaço do *co-packing* com 90 lugares de palete.

Estas decorrem entre as 09:00 e as 17:00, todos os dias úteis e são realizadas com recurso a mão de obra subcontratada. Na Figura 4.9, é apresentada a zona reservada para esta operação.



Figura 4.9 - Área do *Co-Packing* dentro do armazém C1

Logística Inversa

A atividade da logística inversa compreende as operações respetivas à receção, manuseamento, armazenagem e expedição de materiais retornados.

Ao contrário de todas as atividades desenvolvidas dentro do C1, a receção de material retornado não tem marcação. Isto acontece porque durante a receção da carga no ponto de entrega é verificado o estado das paletes e, só nesse momento, detetam-se possíveis erros nas mesmas. Os artigos são geralmente devolvidos num intervalo de tempo de 24 horas, após saída do armazém C1.

A devolução de artigos ocorre, na sua maioria, porque os artigos se verificaram danificados ou porque o ponto de entrega da carga estava fechado. Consoante a razão de devolução, a carga retornada pode ir desde um simples artigo até a uma carga completa.

A receção dos materiais retornados aciona todo o processo desenvolvido pela logística inversa. Rececionados, os artigos são analisados pelos operadores afetos à Luís Simões e, posteriormente, contacta-se o cliente. Este decide qual o destino dos artigos – eliminação ou reaproveitamento dos materiais, tendo em conta a análise dos operadores da Luís Simões.

4.4. Identificação dos Problemas e das Oportunidades de Melhoria

Após a perceção de todas as atividades decorridas na Placa do armazém C1, foram levantados os principais problemas que afetam negativamente o desempenho da mesma, tendo por base o procedimento definido no modelo.

Numa primeira fase e, com o objetivo de se identificarem os primeiros problemas, do ponto de vista interno, realizou-se uma sessão de *brainstorming*, onde estiveram presentes:

- 1 diretor;
- 2 colaboradores com cargos administrativos;
- 3 chefes de equipa de armazém;
- 10 operadores de armazém;
- 2 motoristas.

O grupo presente era bastante heterogéneo, assegurando por um lado a perceção total dos problemas e suas ramificações, e por outro garantindo elementos de vários níveis da estrutura hierárquica nesta sessão. Todos os colaboradores presentes nesta sessão de *brainstorming* lidam com a operação de armazém nas suas atividades diárias. A sessão foi conduzida de forma a que todos os elementos pudessem partilhar a sua opinião sobre os vários problemas na zona de receção/expedição do armazém.

Com o objetivo de evitar opiniões constrangidas, tendo em conta a presença de colaboradores de diferentes níveis hierárquicos, foi preparada uma questão para ser respondida anonimamente numa folha individual previamente preparada – inquérito por questionário (Tabela 4.1).

Tabela 4.1- Questão utilizada no inquérito por questionário

Questão:	Identifique 3 problemas com que se depara diariamente na Placa do Armazém C1
-----------------	--

Ainda nesta fase da identificação de problemas, além da observação direta e das sessões de *brainstorming* com recurso a um questionário por inquérito, houve uma auditoria 5S à zona da Placa do Armazém. O resultado desta auditoria encontra-se descrito mais à frente.

Concluído o levantamento dos problemas identificados pelos presentes na sessão de *brainstorming* e 5S, utilizou-se o Diagrama de Pareto para determinar quais as prioridades de ação, focando assim os esforços de melhoria nas atividades prioritárias. Na Tabela 4.2 encontram-se as respostas dadas à questão acima referida.

Tabela 4.2 - Respostas dadas ao inquérito por questionário

Respostas	Nº de Respostas	% Acumulada
Falta de espaço na Placa	12	23,08%
Organização do espaço	9	40,38%
Grande ocupação dos Retornos	9	57,69%
Problema de armazem de fluxo quebrado (Receções e Expedições nos mesmos Cais)	5	67,31%
Receções tardias	5	76,92%
Falta de espaço para armazenagem	4	84,62%
Falta de recursos humanos no armazém	2	88,46%
Paletes mal montadas	2	92,31%
Falta de Planeamento antecipado	1	94,23%
Muitos carros diariamente	1	96,15%
Falta de carros para transferencias entre COLs	1	98,08%
Falta de cumprimento de horários	1	100,00%
Total	52	

Com base nos dados da Tabela 4.2, é apresentado na Figura 4.10 o Diagrama de Pareto com o número das respostas dadas pelos presentes.

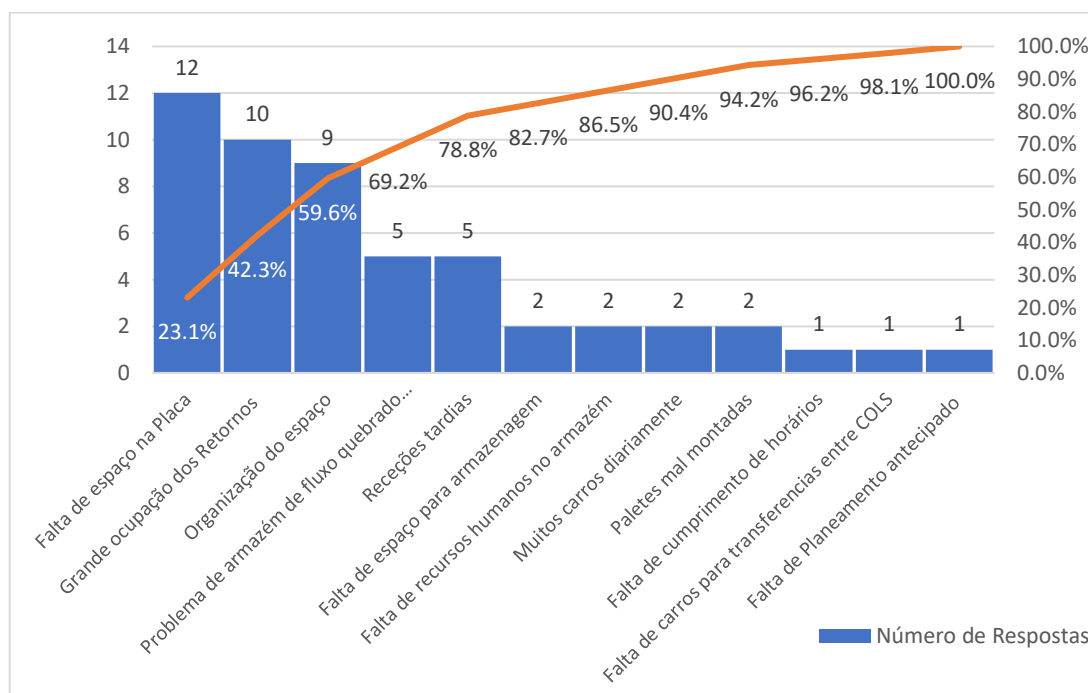


Figura 4.10 - Diagrama de Pareto com as respostas ao inquérito por questionário

Através do diagrama ilustrado acima, é possível verificar que 78,8% dos problemas identificados dizem respeito à falta de espaço da Placa, com que os operadores se deparam diariamente, ao grande volume de cargas retornadas que ficam estacionadas naquela área, à ausência de

organização espacial do local de trabalho, a problemas de utilização de cais, tendo em conta que se trata de uma armazém de fluxo quebrado, assim como as receções tardias que se verificam diariamente. Desta forma, assumem-se estes problemas como principais para o desempenho negativo daquela área apontados pelos inquiridos.

Posteriormente, após o levantamento das opiniões dos inquiridos, acompanharam-se operadores no decorrer das atividades com o objetivo de se tentar correlacionar as respostas às questões com o observado no terreno e de se perceber as dificuldades sentidas durante a realização das mesmas.

No armazém C1, o volume de paletes expedidas é, em média, quatro vezes superior ao volume de paletes rececionadas, devendo-se ao factor *picking* e às regras de paletização impostas pelos clientes. Sabendo que o estudo recai sobre a área da placa utilizada, a expedição obriga a que se ocupe quatro vezes mais daquela área do que a receção.

Percebeu-se que os problemas surgiam durante as preparações das cargas para expedir e da expedição propriamente dita, não havendo espaço disponível na placa para a preparação de todas as rotas. Estas duas atividades apresentam um pico diário, como mostra a Tabela 4.3.

Tabela 4.3 - Número de paletes e de rotas por intervalo horário

Hora	Média dos últimos 3 anos	
	Paletes	Rotas
0:00	5,10%	2,57%
1:00	2,67%	3,17%
2:00	5,91%	3,63%
3:00	6,76%	5,97%
4:00	21,18%	28,30%
5:00	9,85%	13,36%
6:00	5,50%	7,37%
7:00	1,36%	1,88%
8:00	2,30%	1,97%
9:00	1,84%	1,68%
10:00	1,53%	2,72%
11:00	1,31%	1,79%
12:00	0,55%	0,67%
13:00	0,35%	0,49%
14:00	2,79%	1,80%
15:00	0,86%	0,93%
16:00	2,59%	1,80%
17:00	2,28%	2,39%
18:00	2,64%	1,95%
19:00	5,15%	2,43%
20:00	2,44%	2,07%
21:00	4,48%	3,26%
22:00	2,68%	2,27%
23:00	7,86%	5,54%

Como é possível observar na tabela acima, o pico de expedição ocorre diariamente, entre as 4h00 e as 5h00, representando 21,18% de paletes expedidas e 28,30% das rotas de expedição. Através de uma visão mais alargada, conclui-se que em 24 horas de atividade, cerca de 57% das rotas ocorrem num espaço de 6 horas e que, esse mesmo horário compreende, aproximadamente, 51% das paletes diariamente expedidas, como é possível verificar na Figura 4.11.

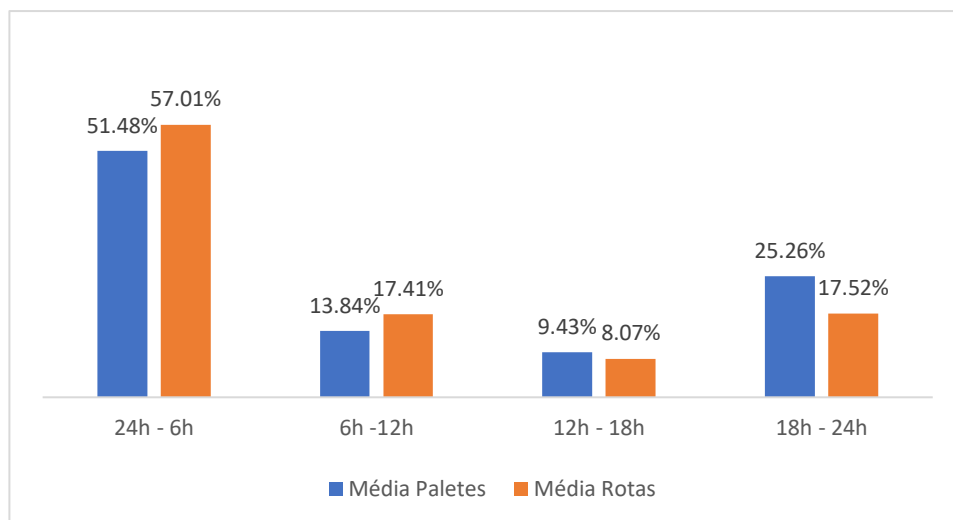


Figura 4.11 - Média de paletes e de rotas por janela temporal

Outro aspeto verificado durante o acompanhamento da preparação da expedição e consequente carga física dos veículos foi a não utilização de todos os cais disponíveis. Este aspeto leva a que o processo se torne ineficiente, considerando que certos carros têm de esperar que outros acabem de carregar, e pouco produtivo para os operadores reservados à preparação das cargas, pois têm de esperar que certos cais acabem de carregar para terem espaço para realizar as suas tarefas.

A Tabela 4.4 contém os dados referentes à percentagem de utilização dos cais do armazém C1, destinados à expedição de produtos armazenados em zona de temperatura ambiente e controlada.

Tabela 4.4 - Utilização dos cais do armazém C1

Cais nº:	Utilização dos Cais do armazém C1	
	Número de rotas que utilizaram este Cais	Percentagem face ao total
14	322	0,68%
15	2165	4,55%
16	750	1,57%
17	1885	3,96%
18	1963	4,12%
19	1753	3,68%
20	1917	4,02%
21	14	0,03%
22	1795	3,77%
23	2074	4,35%
24	0	0,00%
25	1582	3,32%
26	1553	3,26%
27	1585	3,33%
28	1935	4,06%
29	2169	4,55%
30	0	0,00%
31	0	0,00%
32	0	0,00%
33	942	1,98%
34	638	1,34%
35	1199	2,52%
36	1248	2,62%
37	1636	3,43%
38	1980	4,16%
39	2043	4,29%
40	2182	4,58%
41	1901	3,99%
42	1861	3,91%
43	1682	3,53%
44	1411	2,96%
45	1408	2,96%
46	1513	3,18%
47	1527	3,21%
48	995	2,09%
49	0	0,00%
50	0	0,00%
Total	47628	100,00%

Os dados apresentados acima foram retirados de um ficheiro atualizado diariamente, onde é contado o número de vezes que um certo cais é utilizado. Foram utilizados os dados de 24 meses seguidos que mostram a ineficiência na utilização dos cais no decorrer da expedição.

Recorreu-se a uma escala de cores com o objetivo de se tornar mais perceptível o número de cais mais (a verde) e menos utilizados (a vermelho). Os cais nunca utilizados, ou raramente utilizados são: os cais 14, 21, 24, 30, 31, 32, 49 e 50, correspondendo a 22% dos cais disponíveis, ou seja, o armazém C1 conta apenas com 78% dos cais para a realização da expedição.

Esta utilização ineficiente dos cais pode estar ligada a uma ocupação do espaço da placa de frente aos mesmos, com paletes que não são para expedir. Durante o acompanhamento das atividades de preparação das cargas e posterior carregamento dos veículos, utilizou-se um medidor *laser* para se calcularem as áreas ocupadas por paletes que não pertenciam às atividades referidas. Na Tabela 4.5 são apresentadas as conclusões, face à ocupação da placa.

Esta observação decorreu durante a janela temporal em que a receção é nula ou quase nula (apenas receções de *cross-docking*), concentrando todas as operações para a preparação e expedição. Esta janela decorre, geralmente, entre as 22 horas e as 8 horas.

Tabela 4.5 - Utilização da placa do armazém C1

			Considerando Europaletes com área igual a 0,96 m ²
		Área (m ²)	Percentagem
Placa Vazia		5800	100,0%
Delimitação atual		1802	31,1%
Áreas que ocupam a Placa durante a Expedição	Zona de <i>Racks</i> na Placa	829	47,2%
	Média do Material Rececionado	752	
	Logística Inversa	659	
	<i>Co-Packing</i>	310	
	Escritórios (Contentores) e Casas de Banho	191	
Placa Disponível		1258	21,7%
			Capacidade de Paletes
			6042
			1877
			2854
			1310

Como é possível observar na tabela acima, a placa do armazém dispõe apenas de cerca de 22% para a preparação das cargas e sequente expedição. É de salientar que todas as áreas descritas se mantêm durante toda a janela temporal identificada, pois as atividades dos retornos e de *co-packing* só se realizam a partir das 8 horas e as restantes são zonas fixas ou material rececionado que fica na placa durante esse horário.

Com o objetivo de perceber se a placa tem capacidade de resposta à expedição diária do armazém C1, estudou-se o número de paletes expedidas diariamente, nos últimos dois anos (2017 e 2018), presentes na Tabela 4.6.

Tabela 4.6 - Soma, Máximo e Média da Expedição (2017 e 2018)

Ano	Soma da Expedição	Máximo da Expedição	Média da Expedição
2017	2192683	18600	8433
2018	2755136	19288	7487
Total	4947819	19288	7879

Através dos dados apresentados na tabela acima, de dois anos seguidos, é possível concluir que a média da expedição diária do armazém C1 é de 7879 paletes, tendo um máximo de expedição em 2018, representando 19288 paletes expedidas num só dia. Tendo em conta estes valores e o gráfico da Figura 4.11 (gráfico dos horários de expedição) percebe-se que, em média, saem do armazém da Luís Simões cerca de 4057 paletes num espaço de 6 horas.

Através de um estudo realizado pela empresa, é sabido que a preparação das cargas começa, em média, 2 horas antes da saída do veículo, contabilizando os tempos da disposição das paletes em frente aos cais e da carga física dos veículos. Ou seja, durante este período de tempo, existem zonas da placa “reservadas” para as rotas a ocorrer. Sabe-se também de um estudo dos colaboradores diretos do armazém, que a capacidade de carga atual da placa é de 19 rotas/hora, em média.

Sabendo que a placa tem uma capacidade calculada de 1310 paletes e que, em média, a cada 2h fica vaga, é possível detetar, desde já, um problema. Como referido anteriormente, o pico da expedição (entre as 4 horas e as 5 horas) representa 21,18% do total, ou seja, cerca de 1669 paletes numa só hora. Tendo em conta a capacidade calculada, o período de estágio das paletes na placa e a expedição por hora, verifica-se que a capacidade é muito inferior ao número de paletes expedidas nesse período de tempo. Ou seja, o período de preparação das cargas que são expedidas entre as 5 horas e as 6 horas tem, obrigatoriamente, que contar com o material que é expedido no período horário anterior, das 4 horas às 5 horas. Neste momento, a Luís Simões opta por ocupar corredores de passagem para preparar rotas, de forma a colmatar o défice de espaço, como se pode observar nos dois exemplos da Figura 4.12 e Figura 4.13.



Figura 4.12 – Ocupação de zonas de passagem na placa



Figura 4.13 - Ocupação de corredores

Com o acompanhamento das operações foi também possível perceber que muitos dos problemas apontados pelos colaboradores não são os problemas principais, mas sim consequências dos mesmos. Vejamos o exemplo destes dois problemas apontados: receções e expedições nos mesmos cais e receções tardias. É perceptível que, devido às receções tardias, os operadores têm problemas em gerir cais para expedir, daí identificarem o fluxo quebrado como um problema.

Existem outros casos que do ponto de vista dos colaboradores são problemas, mas que se consideram má percepção por parte destes ou consequências de problemas maiores. É o caso de algumas respostas à questão na sessão de *brainstorming*, as quais, através do Diagrama de Pareto apresentado na Figura 4.10, foram desconsideradas. A falta de recursos humanos apontada é uma percepção errada devido à acumulação de trabalhos por falta de espaço e por causa das receções tardias. A quantidade diária elevada de carros, apontada como um problema, é também uma percepção errada devido à falta de espaço na placa e à utilização dos cais. Tendo em conta a quantidade de paletes que ocupam a placa durante as alturas críticas, como é o caso das paletes rececionadas tardiamente, de *co-packing* e dos retornos, os

colaboradores referiram a falta de espaço para armazenagem como um obstáculo, que neste caso, também é uma má percepção.

Em suma, através da sessão de *brainstorming* identificaram-se, tendo em conta a experiência diária dos colaboradores, os seguintes problemas: falta de espaço na placa, organização da placa, grande ocupação por parte da logística inversa e as receções tardias. Por meio de observação direta reuniram-se os seguintes: ineficiência na utilização dos cais, utilização desadequada das zonas de armazenagem e ocupação indevida da placa.

Uma vez encontrados os problemas que afetam negativamente o desempenho da placa, é importante descobrir as respetivas fontes, objetivando-se uma determinação de soluções mais concreta e específica. Para tal, recorreu-se à ferramenta de análise Diagrama de Ishikawa, apresentado no Anexo A.

Desta forma, identificaram-se as principais fontes de desperdício que estão na origem da ineficiência do espaço da placa:

1. A ocupação das zonas de armazenagem, em *racks*, com material obsoleto ou com outros tipos de material (como paletes vazias, ferros, material de escritório, documentos, entre outros) conduz a uma menor capacidade de armazenagem para os artigos com os quais a Luís Simões gera lucros.
2. O condicionamento do espaço de placa e também da utilização dos cais com a existência de casas de banho, de contentores adaptados e de *racks* na placa. Em picos de expedição, contribuem para que as distâncias percorridas dentro de armazém sejam muito maiores.
3. Paletes de retornos e de *co-packing* na placa, presentes naquela área diariamente. Representam a maior percentagem de ocupação da placa e conduzem a um aumento de distâncias no armazém, à não utilização dos cais de frente, desperdícios de tempo, resultando numa baixa produtividade.
4. O facto de as cargas, ao serem rececionadas, terem de ser conferidas antes de serem armazenadas faz com que a Receção tenha de ter um limite bem definido. Tendo em conta que o horário dos conferentes da Luís Simões está compreendido entre as 9 horas e as 18 horas e que, muitas vezes, existem carros que descarregam depois desse horário, as paletes rececionadas acabam por ficar na placa até os conferentes estarem disponíveis no dia seguinte.

5. Ausência de regras face à obstrução de cais. O bloqueio de cais conduz a uma expedição menos eficiente.
6. A inexistência de *standards* leva a que haja, diariamente, uma grande variabilidade dos procedimentos que, aumentando as deslocações desnecessárias e, consequentemente, as perdas de tempo.

5. Propostas de Melhoria e Validação do Modelo

Neste capítulo serão apresentadas as propostas de melhoria, tendo em conta a utilização das metodologias *Lean* e TRIZ, mais concretamente, os 5S, a Matriz das Contradições e a Análise Substância-Campo. Posteriormente, serão referidas as limitações do estudo e discutidos os resultados e respetivos ganhos das medidas propostas, validando o modelo.

5.1. Propostas de melhoria

Neste subcapítulo irão ser apresentadas as propostas de melhoria em resposta aos problemas identificados no subcapítulo anterior, com o objetivo de os eliminar ou minimizar. As alterações propostas visam contribuir para o aumento de eficiência e eficácia dos processos, assim como aumentar o valor para o cliente final. Para tal, recorreu-se às ferramentas *Lean*, aplicando-se a metodologia 5S que, segundo a bibliografia estudada, é uma ótima ferramenta em contextos de organização de armazéns. Foram também utilizadas as noções de Idealidade, Contradição e Substância-Campo, referentes à metodologia TRIZ com o objetivo de se encontrarem soluções inovadoras.

5.1.1. Aplicação dos 5S no armazém

Realizadas as observações diretas no armazém e analisados os diversos dados, ficou definido que o espaço de placa era insuficiente e ineficiente, face à sua utilização atual. Por um lado, a Luís Simões ganhava em termos de centralização, pois mantinha todas as operações no mesmo local; por outro lado, perdia em termos de organização, considerando que o espaço disponível para a realização das várias rotas se tornava reduzido.

A metodologia 5S, sendo uma ótima ferramenta para normalizar, organizar e arrumar zonas de trabalho, foi utilizada no armazém C1, mais concretamente à área de placa do mesmo. Para a aplicação desta metodologia, foi concebido um documento de verificação e de quantificação face aos cinco sentidos.

1ª Avaliação

Foi utilizado um documento, em forma de *checklist*, pensado para avaliar e identificar oportunidades de melhoria na área em estudo do armazém, permitindo assim, a sua quantificação em relação aos cinco sentidos.

Esta primeira avaliação foi realizada à área da placa e às zonas circundantes, com o objetivo de analisar a atual situação e de definir propostas de melhoria a implementar. Atribuída a mesma importância a cada parâmetro de avaliação, conclui-se que a área analisada obteve uma

classificação de 42,0%. No Anexo B é apresentado o documento de avaliação preenchido durante esta primeira avaliação.

Avaliada a área, verifica-se que a pontuação obtida é muito baixa. Esta deve-se ao tipo de auditoria aplicada, elaborada e pensada previamente com base nas observações diretas. Optou-se por uma auditoria mais específica, de forma a que futuramente, tendo em conta as propostas de melhoria, seja mais fácil monitorizar a área. Desta forma, foi definido o valor de 85% como valor objetivo a alcançar para o desempenho da placa, contando com a implementação de melhorias a nível da organização espacial, da acessibilidade, de arrumação e também, as de engenharia.

Em suma, o diagnóstico desta análise consistiu em:

1. **Cais do Armazém bloqueados.** Observou-se que os cais estavam bloqueados com materiais rececioandos, materiais da Logística Inversa, ou outros materiais e também, que não existiam marcações no chão a delimitar cada cais, ou que estas marcações já estavam em mau estado de conservação. Na Figura 5.1, é possível verificar a ocupação de cais, por parte da Logística Inversa, contabilizando 8 cais bloqueados (do cais nº 30 ao nº37).



Figura 5.1 - Obstrução de cais com material de logística inversa

2. **Falta de organização com os materiais retornados.** As paletes respetivas à logística inversa bloqueiam cais, impedem corredores, sendo estas a maior fonte de desorganização da placa. Ao ocuparem grande parte da placa sem qualquer tipo de ordem, estes materiais fazem aumentar as distâncias percorridas dentro de armazém. Na Figura 5.2 é possível observar-se a falta de organização destes materiais, a ausência de sinalética e de marcas no chão para colocar paletes.



Figura 5.2 - Desorganização da zona da placa com material de logística inversa

3. **Ocupação do espaço de placa com material de *co-packing*.** Apesar de ter um espaço reservado na placa para a colocação de paletes rececionadas e de produto acabado, este espaço torna-se reduzido face ao volume de paletes diárias. Sendo uma tarefa de valor acrescentado, tem importância dentro do armazém C1. Na Figura 5.3 é possível identificar paletes com pedaços de madeira (assume-se como “mono”), a transposição das marcações amarelas e a falta de espaço entre paletes para as manobrar separadamente.



Figura 5.3 - Desorganização devido à presença de paletes de *Co-Packing*

4. **Existência de estruturas na placa.** A área de placa de um armazém deve ser uma zona limpa, sem qualquer tipo de estruturas presente que prejudiquem as operações a realizar. Neste caso, existem *racks*, casas de banho e contentores (utilizados como salas de reunião). Nas Figuras 5.4 e 5.5 é possível observar-se os “monos” presentes nesta zona.



Figura 5.4 - Presença de Monos junto aos sanitários na zona da placa

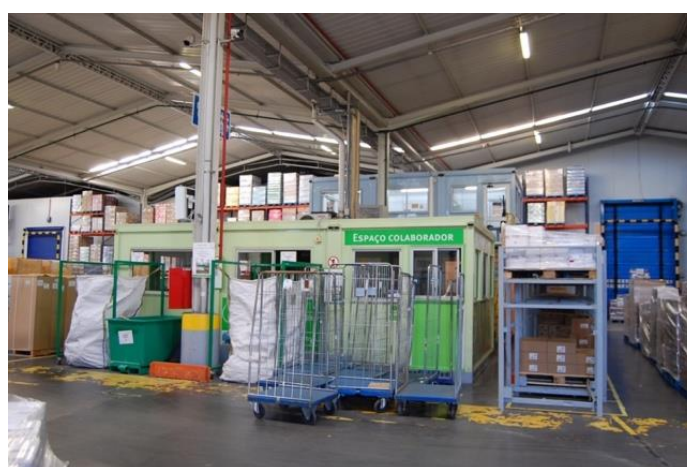


Figura 5.5 - Presença de contentores na zona da placa

5. **Existência de corredores bloqueados.** Este acontecimento contribui para que as distâncias percorridas dentro do armazém sejam maiores, que como podemos ver na Figura 5.6, os corredores são ocupados com a material desnecessário.



Figura 5.6 - Corredor bloqueado com paletes vazias

6. **Padrões não são cumpridos (incluindo sinalização).** Como é possível observar na Figura 5.7, uma zona que deve ser mantida desimpedida, está efetivamente bloqueada material. A Figura 5.8 mostra saídas de emergência bloqueadas com paletes.



Figura 5.7 – Área obstruída por presença de “monos”



Figura 5.8 – Saída de emergência bloqueada com a presença de paletes

7. **Falta de marcações na placa.** Verificou-se a inexistência de marcações no chão para colocar paletes na zona da placa. A ausência destas marcas faz com que cada colaborador coloque o material que está a manipular indiscriminadamente nesta zona. Na Figura 5.9 está ilustrada uma consequência deste fenómeno, a falta de espaço para movimentar cargas em segurança e sem colocar as paletes existentes na placa em causa. Resultado da falta de espaço, são os casos de produtos danificados por choques entre paletes (durante as movimentações), como se observa na Figura 5.10.



Figura 5.9 – Obstrução de locais de passagem devido à presença de paletes



Figura 5.10 – Material danificado por consequência da falta de espaço na zona da placa

8. **Existência de “monos”**. Nas Figuras 5.11 e 5.12 é possível observar a ocupação de espaços de *rack* com materiais obsoletos/monos que reduzem o espaço de armazenagem, influenciando diretamente no tempo de arrumação das paletes rececionadas, presentes na placa (quanto maior for o espaço de armazenagem disponível, menos o tempo de espera das paletes naquela área).



Figura 5.11 – Ocupação de posições de *rack* com material obsoleto



Figura 5.12 – Ocupação de posições de Armazenagem com “monos”

Identificadas as não conformidades, foram implementadas e/ou sugeridas as seguintes propostas de melhoria:

- **Introdução de um painel informativo.** Foi introduzido um painel na zona adjacente à placa com o objetivo de ser utilizado para colocar e trocar informação durante as reuniões entre operadores e chefes de armazém. Neste painel constam três quadros destinados às três atividades principais que decorrem na placa – receção, preparação e expedição. Em cada zona do painel tem a informação diária necessária sobre cada uma destas atividades referidas e ainda, como é possível observar na Figura 5.13, um caderno com as melhores práticas para a realização das operações na zona da placa.



Figura 5.13 - Painel informativo

- **Marcações no chão da placa numa zona reservada a um cliente.** Para este cliente específico, existe uma área específica na placa. Reparou-se, durante a auditoria, que o local de colocação de paletes não estava delimitado, nem sinalizado. Optou-se pela marcação no chão de duas áreas, respeitando as necessidades do cliente, diferenciando a área para paletes de expedição (a vermelho) e a área para paletes de receção (a amarelo), como é possível observar-se na Figura 5.14. Estas marcações ocupam cerca de 41m² da placa, contabilizando o espaço necessário para o volume de paletes recebidas e expedidas deste cliente.

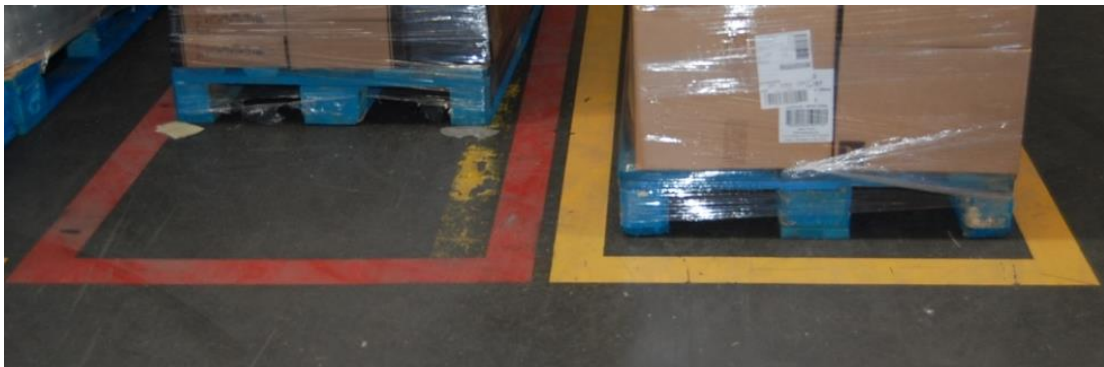


Figura 5.14 - Delimitação de áreas para arrumação de paletes para um cliente específico

- **Marcações na placa para colocação de paletes.** Durante a auditoria detetou-se que não existiam marcações no chão para colocar as paletes. A inexistência de marcas contribui para a falta de organização porque cada operador coloca as paletes consoante a sua experiência. O aumento de movimentações dentro do armazém, intrínseco à falta de padrões, gera um aumento de tempo desperdiçado nas tarefas. Com isto, propôs-se a marcação de duas áreas com capacidade para 34 paletes, de frente a cada cais, no chão de placa. Entre estas áreas definiu-se uma largura de 60 centímetros (para realizar a conferência das cargas) e, entre cada cais, um corredor com uma largura de 2,5 metros para a passagem e possível manuseamento de porta-paletes. Na Figura 5.15 é visível a proposta de melhoria entregue à empresa, com a marcação de 71 pistas (a amarelo) para colocar paletes. Esta medida apenas é possível com a implementação de proposta sugeridas pela metodologia TRIZ, que serão apresentadas mais à frente.

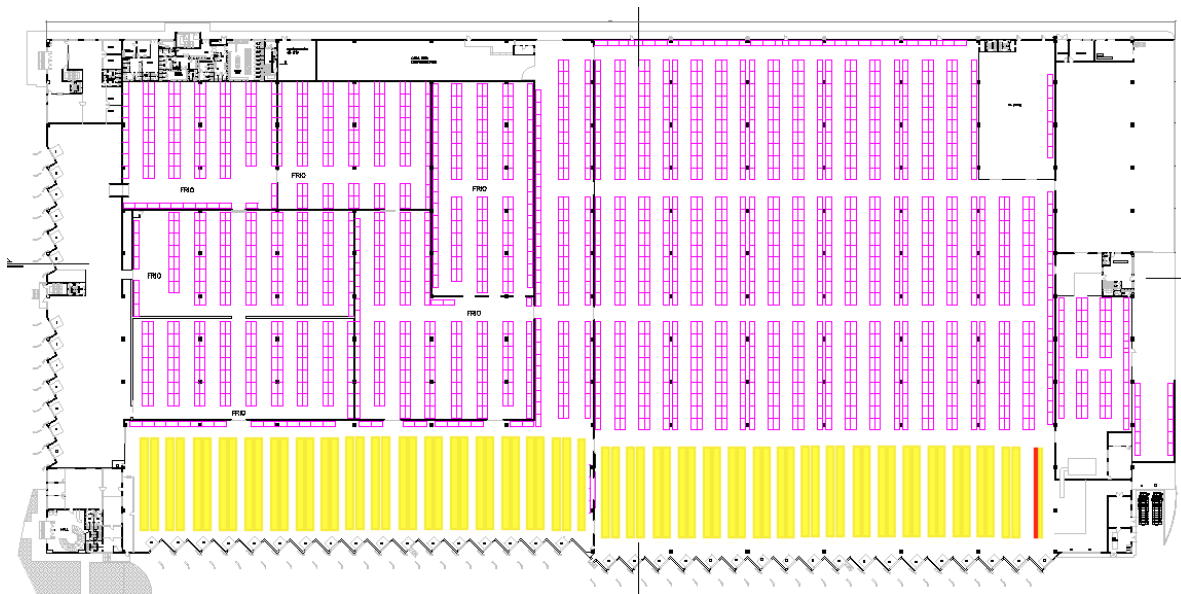


Figura 5.15 - Proposta de marcação do chão da placa

- **Marcações no chão para porta-paletes.** Definiram-se 4 pistas, com espaço total para 8 porta-paletes, junto à entrada do armazém. Esta medida vem mitigar o abandono aleatório destes equipamentos, como é possível observar-se na Figura 5.16. Na Figura 5.17 é possível observar as 4 pistas pintadas para colmatar o problema, respetivamente.



Figura 5.16 – Abandono do equipamento em local inadequado

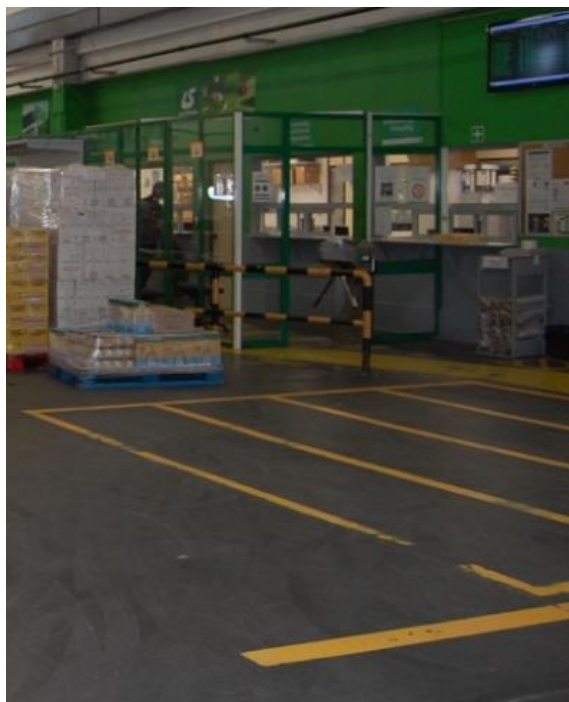


Figura 5.17 - Pistas para arrumação dos equipamentos

5.1.2. Redução da Variabilidade dos Procedimentos no Armazém

Durante o acompanhamento das operações, foi possível verificar que diferentes operadores não realizavam a mesma tarefa de igual forma, ou que, lidavam com uma situação de forma distinta. Estas diferenças existem porque a Luís Simões, além dos seus operadores, depende muito da subcontratação de outros para ter, diariamente, capacidade de resposta às encomendas. Percebeu-se que nem todos os operadores tinham completo domínio das atividades diárias e que não existia qualquer tipo de formação uniforme de operadores, ou seja, os operadores não tinham padrões de trabalho e não estavam todos com o mesmo nível de desempenho.

Com o objetivo de se melhorar esta situação, recorreu-se a uma ferramenta da metodologia TRIZ, mais concretamente, à Análise Substância-Campo. Considerando esta situação problemática como um sistema incompleto, tendo a substância “S1” como os operadores e a substância “S2” como o desempenho dos mesmos, propõe-se completar o sistema através da inclusão de um campo “F1” – programa de formação de operadores de armazém. Esta formação de operadores deve contar com o acompanhamento dos chefes de armazém e dos operadores mais experientes e tem como finalidade tornar as operações normalizadas dentro do armazém e também, qualificar os operadores para mais do que uma função. A introdução de um novo campo no sistema incompleto para reduzir a variabilidade dos procedimentos, como acima referido está esquematizado na Figura 5.18.

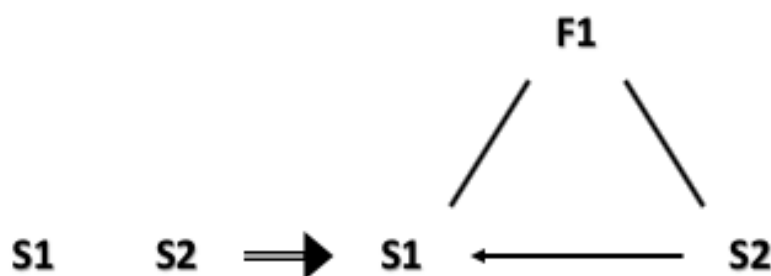


Figura 5.18 - Adição do Campo "F1" – formação de operadores de armazém

O resultado esperado com esta medida passa pela redução da variabilidade dos procedimentos dentro do armazém, tornando-os padrão para todos os operadores. Tendo os procedimentos normalizados e os colaboradores a operar de forma igual, a organização do espaço aumentará e o respeito pelas normas será, efetivamente, maior. Muitos dos operadores, neste momento, não procedem da forma mais correta porque não tiveram uma formação específica para o armazém em questão.

5.1.3. Eliminação do Espaço Ocupado pela Logística Inversa

A logística inversa é uma atividade que não gera lucros diretos, ou seja, só depois de conferidos os artigos retornados (em termos de qualidade) e de contactados os clientes, no caso de a qualidade não ter sido afetada, é que se prossegue à arrumação ou à expedição, depende dos casos. Na maioria das vezes, este processo de verificação é rápido. O que torna este processo mais moroso é a comunicação dos clientes com o destino dos artigos (destruição, arrumação, expedição), resultando num grande volume de paletes paradas na placa, constantemente. Na Figura 5.19 são apresentados quatro casos destes atrasos, em que os artigos já tinham sido conferidos (no dia apresentado na figura), mas ainda não tinham destino delineado. As fotografias apresentadas foram tiradas no dia 10 de Julho de 2018 e o nome dos clientes foi retirado, a pedido da empresa.

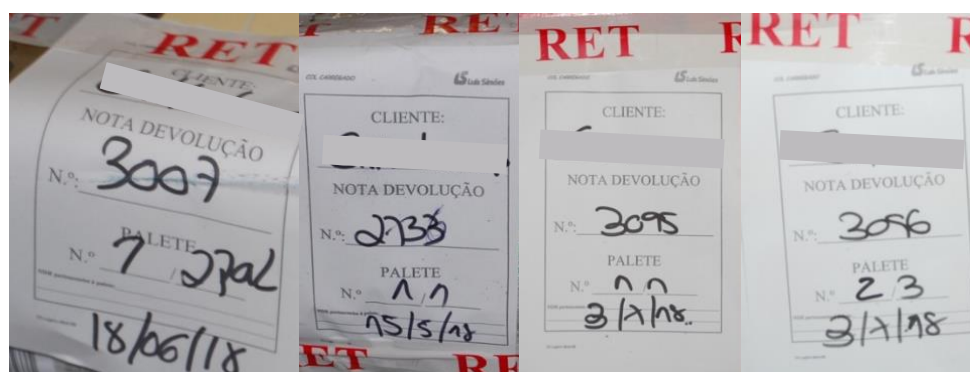


Figura 5.19 - Datas das paletes de retornos

Da figura apresentada, conclui-se que estas quatro notas de devolução correspondem a sete paletes que ficaram ininterruptamente na placa, pelo menos até ao dia da fotografia. Como estes casos apresentados, existem outros tantos que conduzem a uma ocupação média diária da placa, por parte desta atividade, de quase 660m². Esta ocupação traduz uma perda de capacidade, em termos de preparação de expedição, em quase 690 paletes, correspondendo ao espaço de 21 rotas (assumindo 33 paletes por veículo).

Com o objetivo de se encontrarem soluções, utilizou-se uma ferramenta da metodologia TRIZ, a Análise Substância-Campo, tendo sido definidas como substâncias as paletes retornadas (paradas na placa), “S1”, e os procedimentos necessários realizados pelos operadores, como “S2”. De maneira que o sistema fique completo, o campo “F1” representa a receção/expedição no armazém C1. Analisado o sistema, percebe-se que está completo, mas o efeito do mesmo é prejudicial, tendo em conta a acumulação de paletes na placa do armazém C1.

Neste caso, de forma a melhorar a interação do sistema optou-se por aplicar as soluções gerais número 3, 4, 6 e 7. Estas soluções traduzem-se nas modificações da substância “S1” e do campo “F1”, a inclusão de dois novos campos “F2” e “F+” e de uma substância “S3”. Estas modificações ao sistema podem ser observadas na Figura 5.20.

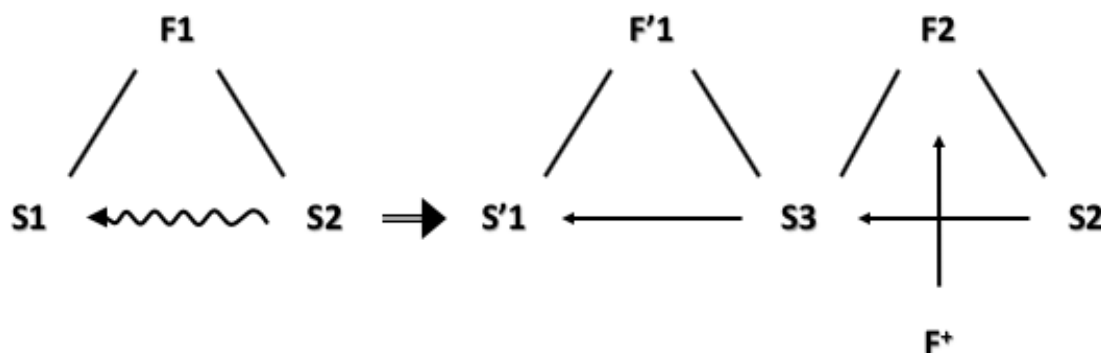


Figura 5.20 - Introdução e modificação de Substâncias e de Campos - Logística Inversa

Tendo em conta que a melhoria proposta passa pela realocação das atividades de logística inversa num outro armazém da Luís Simões localizado em Castanheira do Ribatejo, a cerca de 4km do armazém C1, o campo “F2” representa a receção/expedição de Retornos no armazém da Castanheira. Com esta modificação, foi preciso alterar ou adicionar os seguintes componentes ao sistema:

- Modificação no Campo “F1”: O armazém C1 termina as trocas diretas de material retornado com os clientes. Passa a ser só um local de *cross-docking* para este tipo de artigos, provenientes do armazém da Castanheira.

- Modificação na Substância “S1”: As paletes, apesar de continuarem a pertencer aos retornos, deixam de utilizar a placa do armazém C1 indiscriminadamente, passando a integrar diretamente as diversas rotas a serem preparadas, funcionando segundo a lógica de *cross-docking*.
- Adição da Substância “S3”: De forma a que exista ligação entre “S’1” e “S2” é necessário que exista uma “S3”. Esta substância traduz-se num *transfer* entre o armazém da Castanheira do Ribatejo e o armazém C1, necessário para que existam as possíveis operações de *cross-docking*.
- Adição do Campo “F+”: Este campo, criado para interagir positivamente com o Campo “F2”, representa uma melhoria no sistema informático que visa a inclusão desta mudança. Tem como objetivo ajudar na decisão entre a expedição direta do armazém de Castanheira para os clientes ou se os materiais expedidos realizam passagem de cais pelo armazém C1 para serem integrados em rotas já definidas. Esta decisão teria como base o número de paletes de retornos a serem expedidas e as características das rotas já definidas no armazém C1, ambas com vista na rentabilização dos veículos.

Durante o desenvolvimento desta proposta de melhoria, existiram diversas reuniões com a gestão do armazém C1, a qual aceitou a retirada das operações de logística inversa do mesmo, tendo sido a Direção a propor o armazém de Castanheira do Ribatejo para solucionar o problema. Esta decisão foi tomada tendo em conta a distância entre os dois armazéns (cerca de 4km) e o espaço disponível neste armazém, sendo suficiente para alocar esta atividade.

Posto isto, com a aprovação desta mudança, esta proposta visa o aumento da capacidade de expedição do armazém C1, utilizando os recursos já presentes. Os *transfers* necessários para esta operação já existem, realizando as diversas trocas diárias entre os dois armazéns. A mão-de-obra pertence à Luís Simões, tanto os operadores necessários para os procedimentos da logística inversa, como os colaboradores para melhorar o sistema informático.

Esta medida vem aumentar diretamente a capacidade de carga da Luís Simões, tendo em conta o espaço que passa a estar disponível e a inteira disponibilidade dos cais, agora livres para a expedição. Teoricamente, a placa passa a dispor de 660m² para a realização das atividades de preparação e expedição, garantindo um ganho efetivo de, pelo menos, 4 rotas por hora.

5.1.4. Criação de um Limite Horário para as Receções

No decorrer do estudo e das diversas visitas ao armazém, percebeu-se que algumas paletes rececionadas estagiavam na placa, muitas vezes durante os períodos críticos de expedição. Em conversas informais com chefes de armazém, concluiu-se que estes episódios ocorriam quando

a receção se dava depois das 18 horas, hora em que acaba o turno dos conferentes da Luís Simões. Sem conferência não se armazenam paletes e, conseqüentemente, a única alternativa é ocupar a placa (Figura 5.21) ou obstruir corredores da zona de armazenagem como visto anteriormente.



Figura 5.21 - Ocupação da placa com material rececionado

No sentido de encontrar soluções para acabar com as receções tardias, utilizou-se a Análise Substância-Campo. Assim, definiram-se como substâncias os artigos de receção – substância “S1” e os conferentes dos artigos - substância “S2”. O campo “F1” expressa a ação de conferir os artigos. Tendo em conta a ocupação da placa e dos corredores com os artigos rececionados depois das 18 horas, este sistema pode ser considerado como “completo com efeito prejudicial”.

Após a identificação do sistema, é necessário eliminar ou reduzir o impacto negativo das interações do mesmo. Para tal, utilizou-se a quinta solução geral, com inclusão de um novo campo “F2”, contrariando assim o campo “F1”. O campo “F2” representa a limitação horária para a receção de cargas. De forma a colmatar possíveis exceções/atrasos bem justificados que possam existir, adotou-se ao mesmo tempo a segunda solução geral, modificando a substância “S2”. Esta modificação traduz a formação a alguns operadores para realizarem a conferência de cargas. As alterações ao sistema podem ser observadas na Figura 5.22.

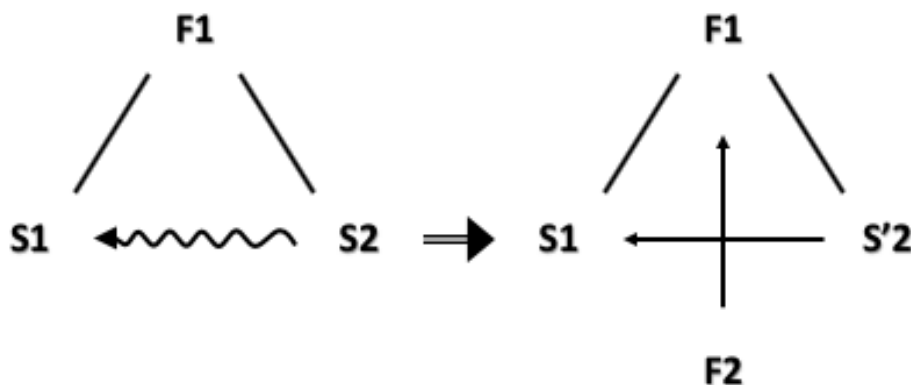


Figura 5.22 - Adição de "F2" e modificação de "S2" - Limite horário da receção

Através desta medida que visa a eliminação da carga rececionada que permanece na placa durante os períodos de expedição que, em média, conta com cerca de 750m² ocupados, espera-se um ganho teórico efetivo de 6 rotas por hora, em alturas de expedição.

5.1.5. Redução do Espaço Ocupado pelas Operações de co-packing

Esta melhoria, apesar de não ser aplicada na zona da placa, tem efeitos benéficos para essa mesma área. Neste momento, uma das maiores adversidades é a ocupação da placa com paletes de *co-packing*, visto que existe falta de espaço para guardarem o produto acabado ou por trabalhar. Existe uma área, bem delimitada, onde decorrem as operações da logística promocional. Neste espaço, apenas utilizam o chão de uma zona com quase 11 metros de altura, para realizar as várias operações ligadas a esta atividade de valor acrescentado.

Posto isto, utilizou-se a Análise Substância-Campo para representar o sistema e posteriormente, determinar a melhor solução. Este sistema representa-se através da Substância "S1" – Paletes de *Co-packing*, e pelo meio em que estas costumam estagiar, a Substância "S2" – A Placa do C1. Completando o sistema, o Campo "F1" representa as operações da logística promocional (montagem, embalagem, entre outros). Analisado o sistema, apesar de completo, assume-se que tem efeitos prejudiciais, pois ocupa a placa em demasia (cerca de 300m², o equivalente a 9 rotas).

Inicialmente alterou-se apenas a "S'2", de forma a que a placa apenas tivesse paletes para serem expedidas, ou seja, conteria somente produto acabado e pronto a ser expedido nesse mesmo dia. Percebeu-se que com esta modificação, o sistema continuaria a conter efeitos prejudiciais, pois não existia espaço de armazenagem para os artigos sobrantes. Estas modificações ao sistema podem ser observadas na Figura 5.23.



Figura 5.23 - Modificação da substância "S2" - *Co-packing*

Tendo em conta o sistema já modificado e seu respetivo efeito prejudicial, optou-se pela adição de um campo positivo e de uma substância. A substância "S3" representa uma *mezzanine*, naquela zona do armazém, que traria a possibilidade das operações necessárias se desenrolarem no piso superior e da armazenagem temporária de paletes na parte inferior. A inclusão de um controlo de *stocks*, referente a esta atividade, representa-se pelo campo positivo "F⁺". O *co-packing* tem estantes reservadas para alguns dos seus materiais, mais propriamente cartões, mas muitos deles já estão obsoletos por pertencerem a promoções antigas. Durante as visitas ao armazém constatou-se isso mesmo, que não se atualizam esses materiais ou que não existem contactos com os clientes para a informação do destino dos vários "monos". As novas interações são apresentadas, através do esquema da Figura 5.24.

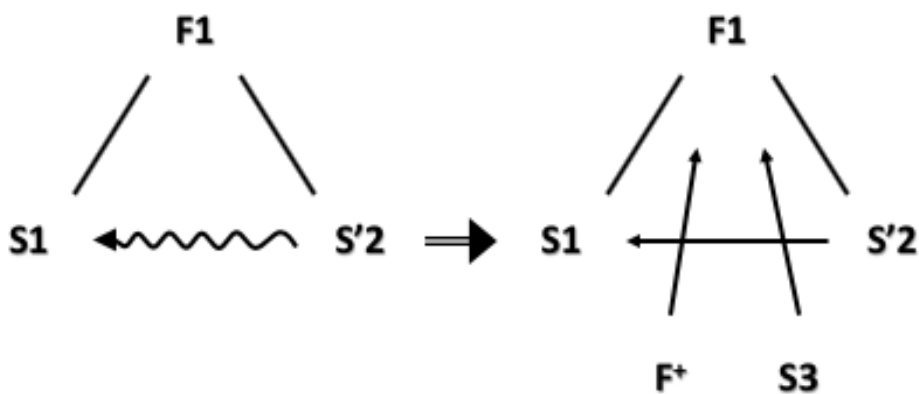


Figura 5.24 - Adição de "F⁺" e de "S3" - *Mezzanine* na zona de *co-packing*

Esta proposta vem melhorar a organização do espaço reservado ao *co-packing* dentro do armazém, tornando-o mais eficiente. Tendo em conta os cerca de 300m² de placa ocupada por esta atividades, espera-se um ganho teórico de 2 rotas por horas através da retirada destas paletes da placa.

5.1.6. Redução do espaço ocupado por grandes volumes

Um dos grandes objetivos da empresa passa por tornar a área de placa o mais eficiente possível, sem colocar a produtividade e as operações em causa, aumentando o espaço disponível para

as atividades que acrescentam valor e reduzindo os custos associados aos desperdícios. Durante as visitas ao armazém, percebeu-se que existiam grandes volumes (contentores, casas de banho e *racks*) a ocupar espaço fundamental para que as operações se tornassem mais eficientes. Com a retirada destes volumes, a produtividade ou a área disponível poderiam melhorar, mas, por outro lado, a conveniência do uso ou a complexidade do controlo poderiam deteriorar-se. Para resolver estes conflitos, utilizou-se a Matriz das Contradições, uma ferramenta da metodologia TRIZ.

De seguida, apresentam-se soluções do estudo face às estruturas presentes na placa:

Racks

Considerando que a presença de *racks* na placa afeta a produtividade das operações, aumentando sobretudo as movimentações, definiu-se como parâmetro de engenharia a ser melhorado, o número 39 – “Produtividade” e, para que esta melhoria não influencie negativamente os fatores inerentes à utilização desta estrutura, definiu-se como parâmetro deteriorado a “Conveniência do Uso” – número 33. Torna-se conveniente ter a estrutura para armazenar, mas não em alturas críticas de utilização da placa. Utilizando a Matriz das Contradições para resolver este conflito, os princípios inventivos propostos, evidenciados na Tabela 5.1, são:

Princípio 1 – “Segmentação”

Princípio 19 – “Ação Periódica”

Princípio 7 – “Recorrência”

Princípio 28 – “Substituição do sistema mecânico”

Tabela 5.1 - Identificação dos princípios inventivos na Matriz das Contradições - Caso das Racks

		Parâmetros Prejudicados		
		31	32	33
Parâmetros Melhorados	37	2, 21	5, 28, 11, 29	2, 5
	38	2	1, 26, 13	1, 12, 34, 3
	39	35, 22, 18, 39	35, 28, 2, 24	1, 28, 7, 19

Tendo em conta o problema e os princípios inventivos sugeridos para a resolução do mesmo, percebe-se que nem todos os princípios são aplicáveis para desfazer a contradição, sendo útil uma avaliação dos princípios que podem ser utilizados. Assim, entre os princípios identificados, os que constituem soluções para o problema são os Princípios 1 e 19, “Segmentação” e “Ação Periódica”, respetivamente. A resolução deste conflito, através destes dois princípios, passa pela fragmentação destas estruturas pelo armazém, ou seja, divisão das paletes presentes nestas

racks pelas restantes disponíveis. Sabendo que a armazenagem também tem grande importância dentro do C1, deve ser criado um plano de montagem e de desmontagem destas estruturas naquela zona. Este plano, baseado na sazonalidade dos picos de expedição, conta com a montagem destas estruturas, em alturas de baixa expedição, e com a desmontagem das mesmas em alturas anteriores, e na decorrência de picos de expedição.

Esta melhoria foi discutida no seio da empresa, tendo-se definido que existiram períodos críticos bem definidos como a altura do Natal e Passagem de Ano, Páscoa, Verão, em que as *racks* seriam retiradas da placa a fim de aumentar a capacidade de expedição. Os materiais (estruturas metálicas) e a mão-de-obra pertencem à Luís Simões, não existindo custos associados. Antes da retirada destas estruturas, alocar-se-iam as paletes à zona de armazenagem.

Contentores adaptados

Estudando uma possível retirada dos contentores adaptados a sala de reuniões e escritórios, ambos para chefes de armazém, o parâmetro de engenharia a ser melhorado é o número 6 – “Área”. Percebeu-se que a ausência dos chefes de armazém deste lugar, poderia comprometer o controlo, definindo assim, o parâmetro número 37 – “Complexidade do Controlo” como o parâmetro a ser prejudicado. Utilizando a Matriz das Contradições, como evidenciado na Tabela 5.2, resultam os seguintes princípios inventivos capazes de resolver esta contradição:

Princípio 2 – “Extração”

Princípio 30 – “Membranas flexíveis ou Películas finas”

Princípio 18 – “Vibração mecânica”

Princípio 35 – “Transformação do estado físico ou químico”

Tabela 5.2 - Identificação dos princípios inventivos na Matriz das Contradições - Caso dos Contentores

		Parâmetros Prejudicados		
		35	36	37
Parâmetros Melhorados	4	1, 35	1, 26	26
	5	15, 30	14, 1, 13	2, 36, 26, 18
	6	15, 16	1, 18, 36	2, 35, 30, 18

Identificados os princípios sugeridos, o único que estabelece uma solução potencialmente exequível é o número 2 – “Extração”, visto que os restantes três princípios não se adequam à situação em estudo. Partindo deste pressuposto, a resolução deste conflito passa por retirar os contentores da placa e alocar estes locais de trabalho às instalações comuns. Existem duas salas dentro das instalações, com vista para o interior do armazém, capazes de acolher estes

operadores, garantido as mesmas (ou melhores) condições de trabalho. Com esta alteração, torna-se crucial que haja formações e definição de padrões no trabalho, de forma a que o controlo “menos presente” não tenha repercussões negativas. Esta solução vem permitir, também, uma maior concentração na gestão de armazém que estes colaboradores realizam diariamente, definindo o total de cargas rececionadas com menos *stress*, geralmente associado às constantes interrupções por parte dos operadores de armazém.

Casas de Banho

No caso dos sanitários presentes na placa, reparou-se que ocupam duas localizações distintas, ou seja, são zonas perdidas para o estágio de paletes. Assim, definiu-se como parâmetro de engenharia a ser melhorado, o número 6 – “Área” e, para que a melhoria deste atributo não influencie negativamente a sua “Conveniência do Uso”, o parâmetro de engenharia número 33, utilizou-se a Matriz das Contradições. Da aplicação desta metodologia, como mostrado na Tabela 5.3. obtiveram-se como princípios inventivos sugeridos os números 4 e 16, a “Assimetria” e “Ação parcial ou excessiva”, respetivamente.

Tabela 5.3 - Identificação dos princípios inventivos na Matriz das Contradições - Caso dos Sanitários

		Parâmetros Prejudicados		
		31	32	33
Parâmetros Melhorados	4		15, 17, 27	2, 25
	5	17, 2, 18, 39	13, 1, 26, 24	15, 17, 13, 16
	6	22, 1, 40	40, 16	16, 4

De entre os dois princípios identificados, o mais indicado e que constitui uma solução praticável é o número 16 – “Ação parcial ou excessiva”. A resolução proposta para este problema, tendo em conta que existem duas casas de banho em zonas distintas da placa, passa pela junção das duas casas de banho numa mesma área, adjacente à placa. Com este acoplamento, ganha-se em termos de recursos, visto que as canalizações passam a ter só uma zona em vez de duas, e em termos de espaço necessário de segurança (zona necessária para evitar acidentes entre pessoas e equipamentos), podendo haver só uma zona circundante em vez de duas, como atualmente. Esta solução traduz a utilização de menos recursos, objetivando o mesmo fim (a retirada dos sanitários da placa). Esta medida foi discutida com a empresa, ficando a cargo da administração a definição dessa mesma área para instalar os novos sanitários.

A eliminação dos contentores e dos sanitários da zona da placa, que correspondem a cerca de 190m² ocupados, conduzem a um aumento da capacidade de carga, de cerca de 1 rota por hora. A ação periódica, em relação às *racks* não fará aumentar a capacidade de carga, visto que hoje em dia, se ocupam os corredores entre as mesmas para a realização da preparação, garantindo

a carga nos cais respetivos. Estas três medidas têm benefícios ao nível da organização do espaço, da redução de distâncias percorridas em armazém e consequente diminuição dos tempos improdutivos no mesmo.

5.2. Discussão dos Resultados e Validação do Modelo

Neste subcapítulo serão discutidos os resultados do estudo desenvolvido e os principais benefícios deste para a empresa. Inicialmente, mostram-se as limitações do estudo, passando aos resultados das aplicações das metodologias *Lean* e TRIZ. Por fim, serão apresentadas as considerações relativas à validação do modelo proposto.

Na discussão de resultados serão apresentados os ganhos, quantitativos e qualitativos, da implementação das propostas de melhoria desenvolvidas neste estudo. Inicialmente, a placa do armazém C1 apresentava uma capacidade de carga de 19 rotas/hora, e apresentava uma desorganização generalizada, conduzindo a uma ineficiência dos processos, verificada pelo reduzido número de cargas que aconteciam em 1 hora. Alguns dos resultados aqui apresentados são valores teóricos esperados, uma vez que não possível implementar todas as propostas de melhoria em tempo útil, tendo sido adiadas para quando oportunamente fosse possível.

Limitações do Estudo

Este estudo, que pressupôs o desenvolvimento de um modelo, contou com algumas adversidades durante as fases da identificação de problemas e das propostas de melhoria. Inicialmente tentou-se quantificar as deslocações realizadas pelos operadores no armazém, com o objetivo de se calcularem os desperdícios (movimentações desnecessárias). Dada a desorganização generalizada do espaço, e por não existirem procedimentos bem definidos, os operadores realizavam múltiplas tarefas simultaneamente, impossibilitando desta forma a construção do diagrama de *spaghetti*. Esta limitação também se fez sentir no registo do tempo das operações realizadas pelos operadores, que tiveram de ser retiradas do sistema de gestão da empresa.

Outra das limitações do estudo esteve relacionada com o *timing* do desenvolvimento do estudo. Este estudo foi desenvolvido nos meses de pico de atividade, os meses que decorrem de Maio a Setembro, sendo uma altura crítica para o negócio, limitando assim a implementação de algumas das propostas de melhoria.

A terceira limitação do estudo está associada a questões de carácter económico-financeiro. Algumas das propostas de melhoria pressupunham um investimento financeiro na ordem das dezenas de milhares de euros, tendo a sua implementação sido remetida para mais tarde.

Tal como referido acima, algumas ações não foram possíveis de ser executadas, sendo que, no entanto, algumas já foram implementadas e outras que atualmente se encontram em fase de desenvolvimento.

Aplicação das Ferramentas da TRIZ

A aplicação da metodologia TRIZ na resolução de problemas nas organizações pressupõe a correta identificação de problemas concretos, como forma de chegar a soluções criativas e inovadoras. Como tal as medidas resultantes da aplicação da metodologia TRIZ neste estudo de caso foram a construção de uma *mezzanine* na zona de *co-packing*, a retirada de grandes volumes da área da placa, formação aos operadores, criação de um limite horário para a atividade de Receção de paletes e a retirada das operações da Logística Inversa do Armazém C1.

Na Tabela 5.4 são apresentadas, sucintamente, as propostas desenvolvidas no seio da metodologia TRIZ, a ferramenta utilizada no seu desenvolvimento, também os benefícios associados à sua aplicação ao nível do aumento de capacidade de carga, e respetivamente a fase de implementação em que estas se encontram. Tal como é possível observar, o efeito combinado destas medidas traduz-se num ganho de 13 rotas/hora na capacidade de carga resultando em 32 rotas/hora.

Tabela 5.4 - Impacto das propostas de melhoria na capacidade de carga do armazém

Proposta	Ferramenta	Ganho	Fase
Construção de uma mezzanine na zona de <i>Co-Packing</i>	Análise Substância-Campo	2 rotas/hora	Implementação a médio prazo
Retirada dos Sanitários e dos Contentores	Matriz das Contradições	1 rota/hora	Em fase de implementação
Retirada das Racks em períodos críticos	Matriz das Contradições		Implementação a curto prazo
Limitação horária das Receções	Análise Substância-Campo	6 rotas/hora	Implementação a curto prazo
Mudança da Logística Inversa para outro Armazém	Análise Substância-Campo	4 rotas/hora	Implementação a médio prazo
Formação aos Operadores	Análise Substância-Campo		Em fase de implementação

Para além dos ganhos associados ao aumento da capacidade de carga, que possibilita a expansão do negócio, existem outros benefícios associados a estas propostas tal como aumento da eficiência dos operadores, e consequentemente da operação na globalidade, redução dos tempos e distâncias percorridas pelos operadores, melhoria das condições de segurança no local do trabalho, e envolvimento dos operadores no aumento da produtividade. No final, estas melhorias conduzem ao aumento da competitividade da empresa.

Aplicação da metodologia 5S

A partir da aplicação da metodologia 5S, neste estudo de caso, foi possível encontrar algumas soluções diretas para os problemas identificados, igualmente pela aplicação desta metodologia. O resultado da primeira auditoria realizada à zona da placa foi de 42%, tendo sido possível identificar algumas situações pouco desejáveis num espaço de trabalho, no que concerne à organização, limpeza e arrumação.

Posteriormente à apresentação dos resultados da primeira auditoria foram estabelecidas algumas alterações ao espaço de trabalho e procedimentos, no que diz respeito à organização do espaço. As medidas sugeridas foram a sensibilização dos colaboradores para a necessidade de mudança, através da explicação da importância e impacto das medidas nas atividades do dia-a-dia, delimitação do espaço para a arrumação dos equipamentos nos locais designados, eliminação de obsoletos do espaço, delimitação de espaço reservado para determinados clientes e atividades, marcação de linhas no chão para colocar paletes, colocação de um painel informativo na zona, e implementação de sinalização vertical na área. Para além da aplicação das melhorias foi também definido e comunicado um objetivo para a auditoria seguinte de 85%.

Devido a constrangimentos que impossibilitaram a implementação de algumas propostas desenvolvidas pelas duas metodologias (TRIZ e *Lean*), e após a implementação das restantes medidas, realizou-se uma segunda auditoria de forma a certificar e monitorizar os ganhos obtidos. Nesta segunda auditoria o resultado obtido foi de 58%, ou seja, um aumento de 16% face à situação inicial. No Anexo C, encontra-se a *checklist* preenchida da auditoria realizada. Na Figura 5.25 encontra-se a evolução no que diz que respeito a metodologia 5S.

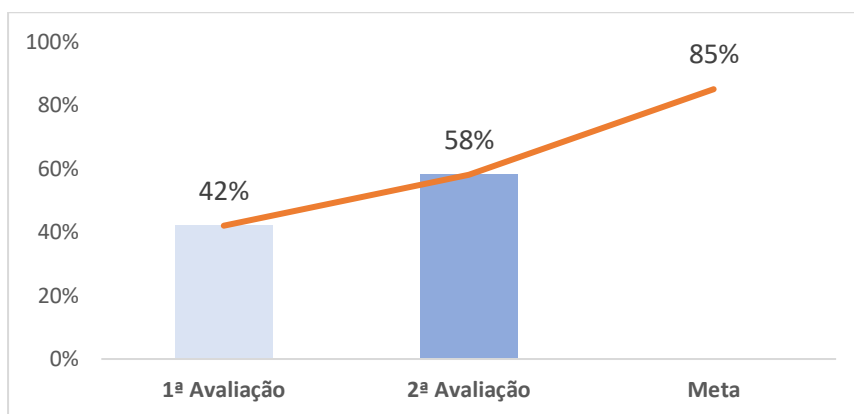


Figura 5.25 - Resultados da auditoria 5S

Em suma, a implementação das medidas permitirá à Luís Simões aumentar a sua capacidade de carga para 32 rotas/hora, representando um ganho de 68% face à capacidade de carga anterior ao estudo. Estas ações possibilitarão também, melhorar a organização geral do espaço e elevar o seu patamar de 5S's no armazém. Espera-se igualmente que estas medidas melhorem

a produtividade, e consequentemente a competitividade da empresa. Para além destes benefícios, prevê-se que o envolvimento e motivação dos colaboradores para com a empresa aumente.

Deste modo, é possível aferir que o modelo desenvolvido apesar das limitações existentes e das alterações sofridas foi aplicado e validado com sucesso no estudo de caso, e encontra-se válido para implementação noutros contextos. Os resultados obtidos tiveram um impacto bastante positivo, e as medidas encontradas foram de fácil aplicação e duradouras.

Este modelo holístico de identificação e resolução de problemas garante um procedimento completo na resolução de problemas, que vão desde a identificação e análise dos problemas até à sua resolução, passando pela seleção das oportunidades de melhoria prioritárias, de uma forma estruturada.

6. Conclusões Finais

Neste capítulo serão apresentadas as considerações finais do estudo desenvolvido na Luís Simões, onde serão apresentados os contributos positivos para a empresa. Serão igualmente apresentadas as propostas para trabalhos futuros, como forma de continuidade do trabalho desenvolvido.

6.1. Considerações Finais

Atualmente, o sucesso de uma organização está intrinsecamente associado à capacidade de uma empresa em acompanhar as mudanças que ocorrem nos mercados onde estas operam e destas de se manterem competitivas face aos seus concorrentes. A fim de responder às exigências dos clientes, em constante mudança e cada vez mais diversificadas, as organizações precisam de atingir e manter níveis de alta produtividade e de qualidade, mantendo a capacidade de resposta, a flexibilidade e os tempos de resposta curtos. Neste processo de adaptação constante, a adoção de práticas inovadoras e de metodologias de eliminação de desperdícios, num estado de melhoria contínua, torna-se uma mais-valia para o sucesso. Exemplo disto é a utilização conjunta da filosofia *Lean* com as ferramentas da metodologia TRIZ.

Tal como referido inicialmente, este estudo tinha por objetivo a melhoria organizacional do espaço da zona de receção e expedição de um armazém, de forma a aumentar a capacidade de expedição do armazém, traduzida em capacidade de carga (rotas/hora), assegurando as condições de segurança e bem-estar dos seus colaboradores.

Perante esta conjuntura, o desenvolvimento, aplicação e validação de um modelo de combinação das metodologias *Lean* e TRIZ, permitiu à empresa identificar oportunidades de melhoria e compor soluções inovadoras para as mesmas, como previsto na fase de desenvolvimento do modelo.

Numa fase inicial, durante o acompanhamento e perceção das atividades, percebeu-se por observação direta que existiam muitos constrangimentos no armazém, a maioria concentrados na placa. Tendo como base as conversas informais com os operadores de armazém e com a equipa de gestão, realizou-se uma sessão de *brainstorming* com o intuito de identificar oportunidades de melhoria nesta área. Paralelamente foi também realizado um inquérito por questionário aos operadores, de forma anónima, de forma a garantir a imparcialidade e evitar inibições de respostas. Posteriormente, foi levada a cabo, uma auditoria 5S onde foi possível identificar oportunidades de melhoria, e também algumas soluções diretas.

Identificados os problemas, foi realizada uma triagem dos mesmos, onde se utilizaram os diagramas de Pareto e de Ishikawa, para seleccionar os problemas mais gravosos assinalados

pelos colaboradores e, para determinar as causas dos mesmos. Nesta fase foram analisados os dados referentes a certos problemas identificados, como o historial de utilização dos cais, de movimentações de paletes e os horários de carga. Foi também utilizado um *software* do tipo CAD (*computer aided design*) para estudar a ocupação da placa. No final desta etapa, e com o conjunto total de problemas identificados, procedeu-se a uma sessão de *brainstorming* com a equipa de gestão para se selecionarem as oportunidades de melhoria, de acordo com as prioridades da empresa.

Desta sessão, selecionaram-se como críticos e prioritários os seguintes tópicos a melhorar: a obstrução dos cais; a elevada ocupação por parte das atividades de *co-packing* e da logística inversa, a presença de sanitários, contentores e *racks* na placa, as últimas com presença de algum material obsoleto; a ausência de limite horário para a receção de material; o incumprimento dos padrões existentes e a obstrução de corredores, causados pela falta de marcações no chão para a colocação de paletes; a grande variabilidade dos processos devido à ausência de *standards*; existência de “monos”. No geral, todos os fatores contribuíam para um aumento das distâncias percorridas no armazém e da ineficiência do espaço, diretamente ligadas à desorganização da placa.

Concluída a fase de análise e diagnóstico de oportunidades de melhoria, iniciou-se a fase de desenvolvimento e aplicação de propostas de melhoria. Tendo em conta o modelo concebido, nesta fase utilizaram-se ferramentas que possibilitassem a proposta de soluções inovadoras, mas sobretudo, que tornassem o sistema em estudo mais eficiente. Para tal, aplicou-se a análise Substância-Campo para resolver a ocupação da placa com material de *co-packing*. Através desta análise, percebeu-se que a criação de numa *mezzanine* na zona onde decorrem esta atividade poderia tornar aquele espaço mais eficiente, as operações mais produtivas e libertar o espaço ocupado na placa, permitindo à empresa aumentar a capacidade de carga em duas rotas por hora. Recorrendo ao mesmo método, propôs-se a criação de uma formação *standard* para todos os operadores, de forma a reduzir a variabilidade nos processos e, também, a limitação dos horários de receção de paletes, com o objetivo reduzir o espaço de placa ocupado com material rececionado. Estas duas medidas conduzem a uma melhor organização do espaço, a uma maior produtividade e, o limite horário conduzirá, teoricamente, a um aumento da capacidade de carga em 6 rota/hora.

No caso da existência das *racks*, dos contentores e dos sanitários presentes na placa, recorreu-se à Matriz das Contradições, uma ferramenta da TRIZ, para se chegar à melhor solução, sem nunca comprometer a conveniência do uso e o controlo da operação. Da aplicação deste método, constatou-se que poderiam ser aplicados quatro princípios inventivos. Em relação às *racks* a solução encontrada centra-se na eliminação destas nas épocas críticas para a expedição. No caso dos sanitários e dos contentores, a solução encontrada foi a sua eliminação total. A aplicação destas medidas irá permitir à Luís Simões a redução de distância percorridas, assim

como reduzir os tempos improdutivos. Possibilita também, com a retirada destas estruturas, um aumento da capacidade de carga em 1 rota/hora.

Um outro problema identificado, e que condicionava o desenrolar da operação na placa, em termos de espaço ocupado e de obstrução de cais, eram as atividades e materiais da logística inversa. Com o objetivo de se encontrar a melhor solução para este problema, recorreu-se à análise Substância-Campo que, através da representação do sistema e de várias discussões informais com a equipa de gestão, sugeriu a transferência desta atividade para outro armazém da empresa, localizado a cerca de 4 km do armazém C1. Esta solução irá permitir incrementar a capacidade de carga em 4 rotas/hora, para além de assegurar a que os operadores dedicados às atividades de retorno estejam inteiramente focados nestas.

Para além da aplicação de ferramentas TRIZ foi aplicada a metodologia 5S. Inicialmente foi desenvolvida uma *checklist* de acordo com as características da placa, com o objetivo de se aferir a situação inicial face aos cinco sentidos. O resultado desta primeira auditoria fixou-se nos 42%, e após a implementação das propostas de melhoria, atingiu os 58%. As melhorias propostas consistiram na implementação de um painel informativo, na delimitação do chão da placa para um cliente específico, a criação de um espaço para parar os porta-paletes junto à receção do armazém e a marcação de áreas no chão da placa para colocar paletes. Implementou-se o painel informativo, onde atualmente realizam reunião de armazém e, delimitaram-se áreas para os porta-paletes e para os materiais do cliente específico.

Além destas, recorreu-se à sensibilização dos operadores para a obstrução de cais e para o respeito da sinalização. Incluiu-se também, nas reuniões de armazém, um tópico de discussão referente à organização da placa e às normas, mitigando erros até ao início da formação.

As melhorias propostas consistiram na implementação de um painel informativo, na delimitação do chão da placa para um cliente específico, a criação de um espaço para parar os porta-paletes junto à receção do armazém e a marcação de áreas no chão da placa para colocar paletes. Implementou-se o painel informativo, onde atualmente realizam reunião de armazém e, delimitaram-se áreas para os porta-paletes e para os materiais do cliente específico. Além destas, recorreu-se à sensibilização dos operadores para a obstrução de cais e para o respeito da sinalização. Incluiu-se também, nas reuniões de armazém, um tópico de discussão referente à organização da placa e às normas, mitigando erros até ao início da formação.

A meta para a segunda avaliação, estabelecida em 85%, tinha em conta todas as medidas propostas, tanto da metodologia *Lean* como da metodologia TRIZ. Devido às limitações existentes no decorrer do estudo, não foi possível alcançar a meta definida. Ainda assim, realizada uma segunda avaliação e, tendo em conta as ações implementadas, foi possível verificar um aumento de 16%, face à situação inicial, ou seja, uma pontuação final de 58%.

Em suma, a adoção das medidas propostas, construídas através das ferramentas TRIZ, permitirão à empresa aumentar a capacidade de carga da placa do armazém C1 para 32 rotas/hora, uma melhoria de 68% relativamente às 19 rotas/hora iniciais. Já as propostas de melhoria associadas à metodologia *Lean* permitiram obter melhorias significativas ao nível da organização e arrumação do espaço, permitindo os operadores desempenharem as suas funções mais facilmente, e segundo as normas do armazém. Para além destes ganhos, prevê-se uma redução de custos associados à operação, devidos à redução de distâncias percorridas e tempos improdutivos, e uma maior capacidade de resposta aos novos desafios.

Desta forma, conclui-se que o estudo desenvolvido teve um impacto positivo nas operações que ocorrem na placa do armazém C1, possibilitando não só o aumento da produtividade dos operadores, como também a redução de desperdícios.

6.2. Propostas para trabalhos futuros

Como proposta para trabalhos futuros, e dado que não nem todas as medidas foram aplicadas, sugere-se a implementação das restantes medidas no período definido pela organização, como por exemplo a construção da *mezzanine* na zona do *co-packing*, a remoção dos contentores e casas de banho da área da placa, e monitorização, e quantificação dos ganhos obtidos.

Recomenda-se igualmente, numa ótica de melhoria contínua da organização, a implementação e monitorização de Indicadores de Desempenho relativos à produtividade do armazém, como o número de cargas por hora, número de paletes movimentadas, produtividade individual, assim como a continuação e desenvolvimento do plano de auditorias 5S internas como forma de melhoria do espaço de trabalho.

Sugere-se a implementação de programas de acolhimento a novos colaboradores direcionados à passagem de informação sobre os procedimentos do armazém, com atividades em sala e prática, de modo a evitar a passagem de maus procedimentos e “vícios” dos operadores antigos para os mais novos.

Recomenda-se para trabalhos futuros, uma análise aos tempos de carga e seus procedimentos de forma a reduzir este tempo, como forma de aumentar a capacidade de carga do armazém.

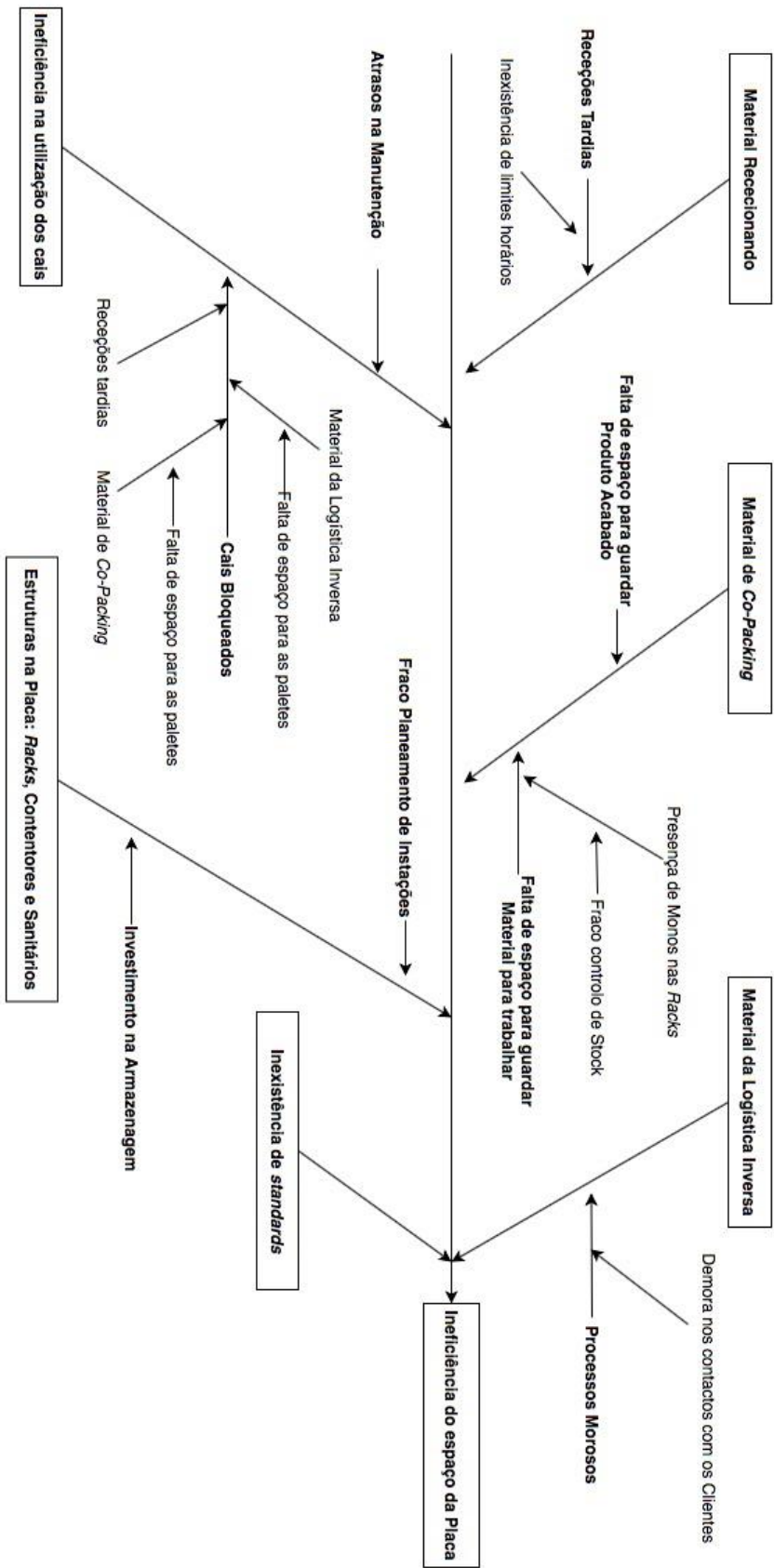
Referências Bibliográficas

- Agrahari, R. S., Dangle, P. A., & Chandratre, K. V. (2015). Implementation of 5S Methodology in the Small Scale Industry: a Case Study. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 4(4), 180–187. Retrieved from <https://irjet.net/archives/V4/i3/IRJET-V4I3411.pdf>
- Anđelković, A., Radosavljević, M., & Panić, D. (2017). Effects of Lean Tools in Achieving Lean Warehousing. *Economic Themes*, 54(4), 517–534. <https://doi.org/10.1515/ethemes-2016-0026>
- Carvalho, J., Guedes, A., Arantes, A., Martins, A. L., Póvoa, A. P., Luís, C., ... Ramos, T. (2012). *Logística e Gestão da Cadeia de Abastecimento*. Lisboa: Edições Silabo.
- Frazelle, E. (2002). *Supply Chain Strategy: The Logistics os Supply Chain Management*. New York: McGraw-Hill. <https://doi.org/10.1036-0071418172>
- Gadd, K. (2011). *TRIZ for Engineers: Enabling Inventive Problem Solving*. Oxford, UK: John Wiley & Sons, Ltd.
- Ilevbare, I. M., Probert, D., & Phaal, R. (2013). A review of TRIZ, and its benefits and challenges in practice. *Technovation*, 33(2–3), 30–37. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2012.11.003>
- Lambert, D. M., Stock, J. R., & Ellram, L. M. (1998). *Fundamentals of Logistics Management*. New York Irwin. https://doi.org/10.1007/978-3-540-24816-3_1
- Maia, L. C., Alves, A. C., & Leão, C. P. (2015). How could the TRIZ tool help continuous improvement efforts of the companies? *Procedia Engineering*, 131, 343–351. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.12.412>
- Melton, T. (2005). The Benefits of Lean Manufacturing. *Chemical Engineering Research and Design*, 83(6), 662–673. <https://doi.org/10.1205/cherd.04351>
- Motwani, J. (2003). A business process change framework for examining lean manufacturing: A case study. *Industrial Management and Data Systems*, 103(5–6), 339–346. <https://doi.org/10.1108/02635570310477398>
- Navas, H. (2014a). *Fundamentos do TRIZ: Parte III - Contradições Técnicas e Físicas*, 2014.


- Navas, H. (2014b). Fundamentos do TRIZ: Parte IV - Análise de Recursos, 2014.
- Navas, H. (2014c). Fundamentos do TRIZ: Parte V - Idealidade de um Sistema, 2014.
- Navas, H. (2015). TRIZ e Outras Metodologias: Parte I - TRIZ e LEAN. *Inovação e Empreendedorismo*, 6.
- Navas, H. V. G. (2015). Inovação sistemática e gestão de projetos. *Inovação & Empreendedorismo Newsletter Nº 64 - Julho/Agosto 2015 - Vida Económica*, 6.
- Navas, H. V. (2013). TRIZ: Design Problem Solving with Systematic Innovation. *Advances in Industrial Design Engineering*. <https://doi.org/10.5772/55979>
- Navas, H. V. (2014). Fundamentos do TRIZ, 2014.
- Neuwirth, B. C. (2017). The importance of 5s. *Bulletin of the Atomic Scientists*, 32(10), 34–35. <https://doi.org/10.1080/00963402.1976.11455670>
- Pereira, Z. L., & Requeijo, J. G. (2012). *Qualidade: Planeamento e Controlo Estatístico de Processos*. FFCT-Fundação da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa.
- Savransky, S. D. (2000). *Engineering of Creativity (Introduction to TRIZ Methodology of Inventive Problem Solving)*. New York, USA: CRC Press.
- Shah, R., & Ward, P. T. (2003). Lean Manufacturing: Context Practice Bundles, and Performance. *Journal of Operations Management*, 129–149.
- Womack, J., & Jones, D. (2003). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation* (2nd ed.). New York: Free Press.
- Womack, J., Jones, D., & Roos, D. (2007). *The Machine that changed the world: The story of Lean Production*. New York: Free Press.

Anexos


Anexo A - Diagrama de Ishikawa com os problemas identificados



Anexo B - Resultado da primeira avaliação 5S

			AUDITORIA 5S								
Auditores: Pedro Batista							Local de Trabalho: Placa do Armazém C1				
Data: 10-7-2018							Pontuação: 42 (42,00%)				
5S	Nº	Parâmetro a Verificar	Descrição	Classificação						Observações	
				0	1	2	3	4	N/A		
Separação	1	Cais de Receção / Expedição	Os cais encontram-se desimpedidos?		X						
	2	Materiais / Equipamentos	Existem estruturas, equipamentos ou materiais desnecessários na Placa?		X					Racks, Paletes por arumar, Paletes vazias	
	3	Acessibilidade	Os locais de passagem encontram-se desimpedidos?		X						
	4	Logística Inversa / Co-Packing	Existe material destas atividades em excesso na Placa?	X							
	5	Documentação	A informação existente na área/posto (painéis, quadros, racks, outros) encontra-se correta, atualizada e é necessária?					X			
Arrumação	6	Materiais / Equipamentos	Existem locais bem definidos e identificados para Materiais / Equipamentos (Paletes de receção e expedição, de co-packing e retornos, entre outros)?		X						
	7		Os materiais presentes na Placa encontram-se organizados?		X						
	8	Logística Inversa	Os materias desta atividade encontram-se organizados e dentro dos seus limites?	X							
	9	Co-Packing	Os materias desta atividade encontram-se organizados e dentro dos seus limites?		X						
	10	Placa	De um modo geral, a Placa encontra-se organizada?	X							
	Limpeza	11	Materiais	Existem artigos danificados na Placa?			X				
12		A área da Placa encontra-se limpa ?					X				
13		Plano de Limpeza	Existem procedimentos de limpeza?					X		Uma empresa subcontratada realiza a	
14		Separação de Resíduos	Existem depósitos de sepação de resíduos na área da Placa ?					X			
15		Sinaléticas / Marcações	As identificações, marcações, sinalética, encontram-se limpas e em bom estado de conservação?		X						
Normalização	16	Postos de Trabalho / Equipamentos	Encontra-se pintados de forma normalizada (corredores p/circulação de pessoas, empilhadores, zonas de paletes, postos de trabalho, estacionamento de empilhadores)?		X						
	17	Sinalização / Marcações	As identificações/sinalização (postos de trabalho, equipamentos, sinalização de segurança, outros) encontram-se facilmente visíveis, existem em número suficiente e estão feitas de modo visual atrativo (cor, tamanho, forma, outro)?			X					
	18		A área está bem sinalizada mesmo para quem não trabalha nela?			X					
	19	Métodos de Trabalho	É perceptível que existem métodos de trabalho uniformes e normalizados?			X					
	20	Artigos	É perceptível a ligação artigos/paletes - atividades [atividades de receção, expedição, retornos, co-packing, outros)?			X					
Disciplina	21	Locais de Passagem / Saídas de Emergência	Os locais de passagem de pessoas, empilhadores e saídas de emergência encontram-se livres e desimpedidos?		X						
	22	Padrões / Normas	Os existentes são cumpridos (layout , sinalização, linhas amarelas, marcações, outros)?		X					"NÃO OBSTRUIR"	
	23	Autonomia / Disciplina	A área encontra-se limpa e organizada sem necessidade de ordens superiores?		X						
	24	Uniforme e EPI's	Todos os operadores utilizam uniforme e EPI's?					X			
	25	Conhecimentos 5S	Os operadores têm conhecimento/formação em 5S ?			X				Têm conhecimento, mas não aplicam	
Classificação: 0 - Muito Fraco; 1 - Fraco; 2 - Suficiente; 3 - Bom; 4 - Muito Bom; N/A - Não aplicável											

Anexo C - Resultado da segunda auditoria 5S

			AUDITORIA 5S								
Auditores: Pedro Batista				Local de Trabalho: Placa do Armazém C1							
Data: 21-8-2018				Pontuação: 58 (58,00%)							
5S	Nº	Parâmetro a Verificar	Descrição	Classificação						Observações	
				0	1	2	3	4	N/A		
Separação	1	Cais de Receção / Expedição	Os cais encontram-se desimpedidos?				X			Sensibilização dos operadores	
	2	Materiais / Equipamentos	Existem estruturas, equipamentos ou materiais desnecessários na Placa?			X				Eliminaram-se monos e Paletes vazias da Placa	
	3	Acessibilidade	Os locais de passagem encontram-se desimpedidos?				X			Sensibilização dos operadores	
	4	Logística Inversa / Co-Packing	Existe material destas atividades em excesso na Placa?	X							
	5	Documentação	A informação existente na área/posto (painéis, quadros, racks, outros) encontra-se correta, atualizada e é necessária?						X		
Arrumação	6	Materiais / Equipamentos	Existem locais bem definidos e identificados para Materiais / Equipamentos (Paletes de receção e expedição, de co-packing e retornos, entre outros)?					X		Começou a colocar-se papeis na Paletes com Expedição / Receção	
	7		Os materiais presentes na Placa encontram-se organizados?		X						
	8	Logística Inversa	Os materias desta atividade encontram-se organizados e dentro dos seus limites?	X							
	9	Co-Packing	Os materias desta atividade encontram-se organizados e dentro dos seus limites?		X						
	10	Placa	De um modo geral, a Placa encontra-se organizada?		X					Tendo em conta as ligeiras alterações	
Limpeza	11	Materiais	Existem artigos danificados na Placa?					X		Começaram a colocar no lixo	
	12		A área da Placa encontra-se limpa ?					X			
	13	Plano de Limpeza	Existem procedimentos de limpeza?						X	Uma empresa subcontratada limpa	
	14	Separação de Resíduos	Existem depósitos de sepação de resíduos na área da Placa?						X		
	15	Sinaléticas / Marcações	As identificações, marcações, sinalética, encontram-se limpas e em bom estado de conservação?						X		
Normalização	16	Postos de Trabalho / Equipamentos	Encontra-se pintados de forma normalizada (corredores p/circulação de pessoas, empilhadores, zonas de paletes, postos de trabalho, estacionamento de empilhadores)?				X				
	17	Sinalização / Marcações	As identificações/sinalização (postos de trabalho, equipamentos, sinalização de segurança, outros) encontram-se facilmente visíveis, existem em número suficiente e estão feitas de modo visual atrativo (cor, tamanho, forma, outro)?				X				
	18		A área está bem sinalizada mesmo para quem não trabalha nela?				X				
	19	Métodos de Trabalho	É perceptível que existem métodos de trabalho uniformes e normalizados?				X				
	20	Artigos	É perceptível a ligação artigos/paletes - atividades (atividades de receção, expedição, retornos, co-packing, outros)?						X	Inclusão de etiquetas na Paletes com a atividade respetiva	
Disciplina	21	Locais de Passagem / Saídas de Emergência	Os locais de passagem de pessoas, empilhadores e saídas de emergência encontram-se livres e desimpedidos?				X			Saídas de emergência apenas	
	22	Padrões / Normas	Os existentes são cumpridos (layout , sinalização, linhas amarelas, marcações, outros)?				X			Sinalização apenas	
	23	Autonomia / Disciplina	A área encontra-se limpa e organizada sem necessidade de ordens superiores?		X						
	24	Uniforme e EPI's	Todos os operadores utilizam uniforme e EPI's?						X		
	25	Conhecimentos 5S	Os operadores têm conhecimento/formação em 5S ?				X			Têm conhecimento, mas não aplicam	
Classificação: 0 - Muito Fraco; 1 - Fraco; 2 - Suficiente; 3 - Bom; 4 - Muito Bom; N/A - Não aplicável											